

7  
2<sup>a</sup> ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

ESTUDIOS ECOGEOGRAFICOS DE LAS COMUNIDADES  
VEGETALES EN ZAPOTITLAN DE LAS SALINAS,  
ESTADO DE PUEBLA

Asesor: Mtra. Martha Cervantes R.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de  
Licenciado en Geografía  
presenta:

Felipe Francisco García-Oliva

México, D.F.

1986



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

INTRODUCCION .....	1
TEMA I.- GENERALIDADES DEL VALLE DE ZAPOTITLAN DE LAS SALINAS .....	12
TEMA II.- RELIEVE .....	14
A) METODOLOGIA EMPLEADA .....	19
B) HISTORIA GEOLOGICA .....	21
C) DINAMICA GEOMORFOLOGICA .....	28
TEMA III.- HIDROGRAFIA .....	40
A) METODOLOGIA .....	40
B) CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS .....	41
TEMA IV.- CLIMA .....	44
A) METODOLOGIA .....	44
B) SISTEMAS DE TIEMPOS MACROCLIMATICOS.....	45
C) MICROCLIMA .....	48
TEMA V.- SUELOS .....	57
A) METODOLOGIA .....	57
B) EDAFOGENESIS .....	57
C) UNIDADES DE SUELOS .....	62
TEMA VI.- COMUNIDADES VEGETALES .....	70
A) METODOLOGIA .....	70
B) DESCRIPCION DE LAS COMUNIDADES .....	70
C) FACTORES DE DISTRIBUCION DE LAS COMUNIDADES .....	83
DISCUSION .....	89
BIBLIOGRAFIA .....	93

## INTRODUCCION

La presente tesis es una respuesta alternativa a la discusión dentro del ambiente geográfico iniciada en la década de los años setentas del presente siglo y que hasta el momento ha alcanzado un punto clave: la relación Geografía-Ecología.

Esta discusión obedece a causas socio-económicas, cuyos síntomas han representado principalmente la crisis energética y el derroche del medio natural por su mala utilización.

Dichas causas socio-económicas están referidas a la forma en que se han manejado los medios de producción y sus repercusiones sobre el medio natural.

En parte es consecuencia de la evolución del sistema capitalista. El sistema capitalista que durante sus tres siglos de existencia, cuyas raíces se remontan algunos siglos atrás, ha girado sobre la base de la máxima producción a corto plazo. Esto se ha favorecido por la actitud "Imperialista" de la cultura occidental hacia la naturaleza, donde el medio natural juega un papel utilitario e inagotable; bajo esa concepción, el hombre ha explotado al medio natural sin buscar una integración a él. Pero no es hasta la década de los años setentas del presente siglo, donde las presiones demográficas, por un lado, y las presiones políticas por el otro, referidas a las luchas de estructura de sistemas políticos, empiezan a manifestar la incapacidad utilitaria de el medio natural.

Es en este momento que empieza a existir una preocupación por los problemas ambientales, donde la Ecología se convierte en una ciencia de moda, a pesar de tener más de un siglo de existencia, sentando las bases a manifestaciones políticas como la aparición de los partidos ecologistas (verdes) en Europa Occidental. Esta situación tiene repercusión en las otras ciencias ambientales, entre las que destaca la Geografía.

Pero la relación Geografía-Ecología no es reciente, y la esencia de dicha relación no es artificial. Esta relación se remonta a principios del siglo pasado, siendo su principal representante Alexander von Humboldt, y afianzándose en 1866 con el biólogo Ernst Haeckel que define a la Ecología como: "la ciencia de las relaciones entre los organismos y su medio natural". Pero en ese momento se inicia la separación entre ambas ciencias.

El desarrollo de la Ecología lo podemos resumir en los siguientes puntos (Di Castri, Francisco, 1982):

- 1.- El inicio de la Ecología con Ernst Haeckel en 1866, siendo una ciencia descriptiva inspirada en los grandes viajes de exploración del siglo pasado, donde los trabajos adquieren un carácter biológico.
- 2.- Autoecología: a principios del siglo XX, basándose en estudios de una sola especie, de carácter netamente biológico, enfocándose a la agricultura: buscando elevar la productividad como sería la selección de mejores especies, con

trol de plagas, etc.

3.- Sinecología: iniciándose en la década de los años veintes, con autores como Agust Thieneman, J. Braun-Blanquet y C. Elton, que se enfocan a estudios de comunidades de organismos. En esta etapa la Ecología adquiere un carácter sistemático desarrollando modelos matemáticos fundamentados en la Teoría General de Sistemas de von Bertalanffy a finales de la década de los años cuarentas. Con la introducción del enfoque sistemático, la Ecología adquiere un carácter "científico", lo que más tarde le representó una mayor "validez" entre las ciencias ambientales.

4.- Estudios de Ecosistemas: el término Ecosistema es propuesto por Arthur Tansley en 1935, pero no son desarrollados estos trabajos hasta 1942 cuando Raymon Lindeman le da sus actuales orientaciones conceptuales y metodológicas. Basada en la Teoría General de Sistemas, el Ecosistema se define como la unidad de interacciones bióticas y abióticas, considerando solamente sus aspectos de flujo de energía y flujo de nutrientes entre sus componentes. Dichos trabajos son los antecedentes a la preocupación de los problemas ambientales, representando la base teórica conceptual de los estudios posteriores.

Es difícil pensar en un acercamiento en ese momento entre la Geografía y Ecología, a pesar de que el concepto Ecosis-

tema lo favorecería, debido a que el objetivo práctico del concepto de Ecosistema es de carácter utilitario y no considera la utilización de los recursos y la ordenación del medio natural.

5.- Estudio de interacciones de los Ecosistemas: como respuesta a la crisis energética de los años setentas, buscando encontrar alternativas de manejo de Ecosistemas bajo un punto de vista energético, adquiriendo un carácter político.

6.- Estudios de la Biósfera: basado en el proyecto MAB (Man and the Biosphere) propuesta por la UNESCO (en 1971, cuyo objetivo es buscar respuestas a los problemas del impacto ambiental y definir el papel que juega el hombre dentro de la Biósfera. En esta etapa la Ecología requiere de la ayuda de las otras ciencias ambientales, ya que por sí sola no pueda hacerle frente a dichos problemas.

La Geografía se preocupa por los estudios de carácter ecológico un siglo después de haberlo hecho la Ecología. Esto es debido a que la Geografía se encontraba involucrada en una crisis: la pérdida de un objeto de estudio único, creado por el vacío académico después de la Geografía Clásica, por lo que apareció una serie de ramas diferentes, donde la mayoría de los geógrafos consideraban a los estudios bajo relaciones bilaterales de los elementos (Dialéctica Bilateral), perdiendo todo su carácter holístico e incapaz de realizar estu

dios globales del medio natural.

No es sino hasta mediados del presente siglo, que la Geografía basada en la Teoría General de Sistemas puede hacerle frente a su crisis (...) "la Teoría de Sistemas es recibida como el instrumento capaz de resolver los problemas epistemológicos planteados, de superar la contraposición entre los enfoques regionales y los generales, y permitir dar una respuesta adecuada y útil a los nuevos problemas suscitados por la ordenación del territorio y la conservación del medio ambiente" (...) (Gómez Mendoza, 1982)<sup>1</sup>.

La Teoría General de Sistemas no es aceptada dentro de todas las ramas de la Geografía, ya que estas ramas llegaron a un alto grado de aislamiento mutuo, e inclusive antagónico, reclamando ser consideradas cada una como la verdadera Geografía; bajo este ambiente radical y conflictivo, la Geografía no podía hacerle frente a los problemas ambientales planteados, porque se requerían estudios integrales.

En la segunda mitad del presente siglo, la presión de los problemas ambientales se manifiestan, obligando a las disciplinas ambientales a resolverlos, por lo que se intensifica la crisis de la Geografía, ya que se le reclamaba una justificación práctica. La iniciativa, parte de la Geomorfología que, para poderlo llevar a cabo, se mo

---

1.- Gómez Mendoza et als. El Pensamiento Geográfico. Alianza editorial, pág.: 114.



derizó para darle un "valor" científico a sus estudios. Dicha modernización consistió en la creación de conceptos teóricos tomando como base a la Filosofía de la Teoría General de Sistemas, y desarrollando modelos matemáticos, para poder reducir la ventaja que sobre ella, tenía la Ecología. La Geomorfología en este proceso ha presentado las siguientes etapas:

1.- Geomorfología Dinámica: basada en la Bioclimatología; entre los autores más destacados tenemos a Cholley, C. Troll, J. Tricart y A. Cailleux. Hablan de una ecología de formas y buscan las causas del equilibrio del relieve, de carácter geomorfológico.

2.- La Ciencia del Paisaje: que considera al paisaje como unidad y objetivo práctico, teniendo su antecedente en Australia (CSIRO) con el método de "Landscape survey" de carácter práctico. Destaca de una manera especial C. Troll con su Ecología del Paisaje o Geología, caracterizada por una Geomorfología estática y taxonómica.

3.- La Ecogeografía: de J. Tricart y J. Killian que busca romper con la visión estática de la anterior, basada en la Teoría Biorexistásica de H. Ehrhart centrado en el análisis del balance entre la Edafogénesis-Morfogénesis, buscando (...) "hallar el denominador común de la Ecología, Edafología y la Geografía Física" (...) basado (...) "en el análisis de Sistemas, es pues, en la actualidad un instrumento lógico perfectamente adecuado para el estudio del medio natural" (...) (J. Tricart, 1973)<sup>2</sup>.

---

2.- Tricart, J. (1973) "El análisis de sistemas y el estudio integrado del medio natural" El Pensamiento Geográfico. Alianza Editorial: Pág.: 470.

4.- La Escuela Potencial: de la República Democrática Alemana que es la que tiene repercusión mundial, cuyo objetivo es práctico: la ordenación del medio natural.

El avance realizado por la Geomorfología en los estudios integrales del medio natural son para ser tomados en cuenta, pero su alcance no ha podido rebasar el estudio del relieve, y para poderlo llevar a cabo es necesario el apoyo de las otras ramas de la Geografía. El actual problema planteado es que el conflicto interior de esta ciencia no ha sido resuelto, y existe la posibilidad de que se considere a la Geomorfología ajena a la Geografía. Debido a la apertura de las nuevas tendencias, sobre todo en los países socialistas, el enfoque integrador de la Geomorfología no se está perdiendo, e inclusive está dando resultado de carácter práctico: la ordenación del territorio.

Pero la integración interior de la Geografía, no es sólo suficiente para hacerle frente a los problemas ambientales, ya que se requieren trabajos globales a nivel ciencias. Es por eso necesario acercarse de nuevo a la Geografía y Ecología, porque con el paso del tiempo, ambas ciencias se alejan más por la creación de conceptos paralelos, que requieren para resolver sus problemas teóricos.

El aspecto principal de la ausencia de la relación Geografía-Ecología, es la dimensión espacial. "Procedente de ciencias biológicas, la Ecología a pesar de la etimología del término que la designa, jamás a tenido una base estable" (J. Tricart, 1982-a)<sup>3</sup>.

Esto es más palpable cuando se establece el concepto de Ecosistema por Tansley. El Ecosistema dentro de la Ecología es un esquema lógico, integrado por compartimientos estructurales que funcionan con su tejido de flujo. Pero en ningún momento es considerado en forma espacial, a pesar de que se considera estructurado por dos principales compartimientos: la Biocenosis y el Ecotopo.

La Biocenosis representa las interacciones biológicas, la parte más desarrollada por la Ecología. El Ecotopo representa las interacciones abióticas, manifestándose espacialmente, pero considerando por la Ecología como un marco de referencia inmutable para la Biocenosis. "El acercamiento sistemático está limitado por un sólo componente del Ecosistema: la Biocenosis, trayendo como consecuencia la eliminación espacial. Es aquí donde la Geografía puede y debe intervenir para terminar este empobrecimiento y proporcionando al concepto de Ecosistema la plenitud de su significado" (J. Tricart, 1982-a)<sup>4</sup>.

En un momento dado el ecólogo podría argumentar que sí considera al espacio, ya que en sus prácticas de muestreo fitosociológico condiera a la determinación de superficie de cuadrados para obtener parámetros, esenciales en los estudios de comunidades, como sería la frecuencia, valor de importancia, densidad, cobertura, etc., pero

---

3.- Tricart, J. (1982-a) "Geographie/Ecologie" Herodoto, No. 26/40F, pág.: 52.

4.- Tricart, J. (1982-a) op cit.

no buscar dimensiones y expresiones espaciales, sino un manejo estadístico de datos, que no son de carácter geográfico. "Yo pienso -continúa Tricart- que existe una secuela de origen biológica de la Ecología moderna; la Biología es una ciencia de manismo ante todo, donde la Topología juega un rol: el menos importante" (J. Tricart, 1982-a)<sup>5</sup>.

La desarticulación entre la Geografía y Ecología no es insalvable, ya que ambas ciencias manejan el mismo paradigma, en otras palabras sus esencias se refieren al mismo problema conceptual: el medio ambiente integral. Teniendo en cuenta ésto, es posible que se pueda establecer la relación Geografía-Ecología, debido a que cumplen con la condición necesaria: un mismo paradigma (Leff, Enrique, 1981). La separación principal es debido a una ausencia de técnicas y metodologías comunes, que obedecen a intereses ajenos a ellas.

Estos intereses ajenos son consecuencia de las estructuras socio-políticas y económicas bajo las cuales se han desarrollado ambas ciencias. Actualmente las ciencias tienen como papel principal, la justificación política, ya que es a través de ellas que se entiende a la "realidad", pero no consideran que la ciencia obedece a su desarrollo histórico, por lo que su concepción de la realidad está sujeta a ella misma. De aquí que el papel utilitario de la ciencia deba ajustarse a los intereses de la estructura socio-económica en la que se es

-----  
5.- Tricart, J. (1982-a). op cit.

tá dando.

Con la crisis energética y los problemas ambientales de la década de los años setentas, las estructuras socioeconómicas buscan la solución a través de ciertas ciencias escogidas, cuya principal condición es que favorezcan a dichas estructuras. Es por esto que la Ecología se ha desarrollado más en los países capitalistas, porque tiene la capacidad, entre muchas otras, de levantar la plusvalía, sin crear de una manera directa problemas al sistema, y éste ha sido el principal objetivo práctico en cada una de sus etapas, como ya lo hemos visto. En cambio la Geografía de carácter ecológico, ha evolucionado más en los países socialistas, por la búsqueda de la ordenación territorial siendo su principal objetivo práctico.

Lo anterior no significa que la Ecología y la Geografía sean culpables de los problemas ambientales, y es por esto que considero que debe buscarse un acercamiento de ambas, tratando de rebasar a dichos intereses ajenos a ellos.

De aquí surge el objetivo de la presente tesis, que es una búsqueda para desarrollar un trabajo Ecogeográfico a nivel comunidades vegetales. Se ha tomado a las comunidades vetales del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Estado de Puebla, para tratar de encontrar la expresión espacial en ellas.

La tesis se reduce solamente al estudio de las comunidades vegetales. A pesar de que no se consideren los aspectos de utilización humana, el trabajo no pierde, de ninguna manera, su carácter geo-

gráfico. Este trabajo no agota completamente el problema, si no que es el intento de un primer paso para lograr una estrecha relación Geografía-Ecología.

## TEMA I.- GENERALIDADES DEL VALLE DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS

La presente tesis se llevó a cabo en el Valle de Zapotitlán de las Salinas considerando sus límites hidrológicos a la Cuenca del río Zapotitlán con sus afluentes, tomando como desembocadura el paso del río entre la Sierra Miahuatpec y la Sierra Atzingo.

Se localiza a 16 km. de Tehuacán por la carretera Tehuacán-Huejapán de León, en el Estado de Puebla. Tiene como coordenadas extremas las siguientes: 18°25'40" y 18°12'10" latitud norte y 97°38'50" y 97°25'00" longitud oeste. Pertenece a los valles intermontañosos del sureste del Sistema Neovolcánico Transversal. Limita al norte y este con el Valle de Tehuacán, al sur con la cuenca del río Hondo y al oeste con la cabecera de la Cuenca del Balsas. (ver Mapa 1.- Localización del Valle de Zapotitlán).

El valle tiene una superficie aproximada de 318 km<sup>2</sup>, de forma ovalada, cuyo eje mayor mide 24.2 km. orientado este-oeste, y un eje menor de 18.6 km. de dirección norte-sur. Es un valle que está casi rodeado en su totalidad por sierras, las cuales son las siguientes (ver Mapa 2.- Mapa Topográfico):

- 1.- Sierra de Zapotitlán: se localiza al norte del valle, teniendo un eje principal de 13 km. orientado este-oeste y una anchura promedio de 4.5 km. tiene una pendiente media entre los 10° a 20°, alcanzando pendientes mayores a 80° en







sus acantilados, sus principales cimas se encuentran casi alineadas sobre su eje mayor siendo las principales: cerro La Colmena (2,300 m), cerro Chacateca (2,460 m), cerro Mar Rubio (2,480 m), cerro Pajaritos (2,600 m) y cerro La Tarántula (2,640 m).

2.- Sierra de Santa Ana: es la sierra que tiene las mayores altitudes dentro del valle, formando una muralla por sus acantilados, se localiza en el noreoeste con su eje principal de 12.5 km. orientado noreste-suroeste, y una anchura promedio de 3 km., tiene una pendiente media arriba de los 10°, alcanzando pendientes mayores a los 80° en los acantilados, sus principales cimas son las siguientes: cerro Coatepec (2,700 m), cerro Viejo (2,740 m), cerro Santa María (2,600 m) y cerro Gordo (2,600 m).

3.- Sierra Miahuatepec: se localiza al noreste del valle, con un eje mayor de 8 km. orientado norte-sur y una anchura promedio de 2.5 km. con una pendiente promedio mayor a los 10°, su máxima altura la representa el cerro Miahuatepac (1,920 m).

4.- Sierra Atzingo: en el sureste del valle al sur de la Sierra de Miahuatepec, tiene un eje mayor de 8.5 km. orientada norte-sur y una anchura promedio de 2.5 km. siendo más ancha hacia su parte sur, con una pendiente promedio de más de 10°, y su punto más alto corresponde al cerro La

Cuesta (2,440 m).

5.- Sierra Caltepec: al sur del valle, teniendo un eje mayor de 9 km. orientado estese-este-sursuroeste, y una anchura promedio de 2 km. con una pendiente media mayor a los 5°, siendo su mayor altura el cerro Yistepec (2,320 m).

6.- Sierra Acatepec: al sur del valle representando la continuación de la anterior, su eje mayor es de 11 km. orientado sursureste-oestesuroeste y una anchura promedio de 3 km. la pendiente promedio de 5° o mayor, alcanzando pendientes mayores a los 80° en sus acantilados, su última altitud es de 2,260 m.

7.- Sierra de San Martín: al suroeste del valle, con un eje mayor de 9.5 km. orientada norte-sur, y una anchura promedio de 3.5 km. Su pendiente promedio es arriba de los 10° pero no alcanza los 80°. Sus principales alturas son: cerro la Yerba (2,300 m) y cerro Omotepec (2,300 m).

El interior del valle se divide en dos partes, siendo el límite el cerro La Mesa, cerro Xentile y cerro Yolotepec, que están a 15 km. en línea recta de la salida del río Zapotitlán del valle. Las dos partes son: en el este, el Valle de Zapotitlán propiamente dicho, que representa la mayor superficie, tiene una forma alargada con una orientación este-oeste, y su pendiente promedio es menor a 2°, se encuentra cortada en su parte sureste por la Sierra Xochiltepec. Al oeste se encuentra el Valle de Sana Ana Telostoc, teniendo una forma que

se acerca a un círculo, la distancia entre el límite de ambos valles y la Sierra de Santa Ana (que representa su límite oeste) es de 9.5 km., tiene una pendiente media menor a los 5°, y en su interior se encuentra la sierra San Lucas Tezcletitán en la parte noroeste.

Las sierras interiores más importantes son:

1.- Sierra de Xochiltepec: con una dirección norte-sur, de su eje mayor de 9 km. y una anchura promedio de 5' km., se localiza en el sur-este del valle, sus alturas mayores son representadas por cerro Grande (1,940 m), cerro Otate (2,000 m) y cerro Viejo (2,460 m).

2.- Cerro La Mesa (1,840 m), cerro Xentile (1,820 m), y cerro Yolotepec (1,820 m), en el centro del valle que sirve de límite a el valle de Zapotitlán propiamente dicho y al valle de Santa Ana Telostoc.

3.- Sierra de San Lucas: al noroeste del valle de Santa Teoctoc con forma cercana al círculo, teniendo un diámetro de 2.5 km, y con una pendiente promedio mayor a 10° sin llegar a los 80°, sus máximas alturas son cerro Cueva de León (2,120 m), cerro Mezquite (2,020 m) y cerro Salado (2,080 m).

El valle tiene una altitud mínima en la desembocadura del río de Zapotitlán al salir de valle de 1,460 m en el este del valle, por lo que su máximo desnivel corresponde a 1,280 m.

Las principales poblaciones dentro del valle son: Zapoti-

tlán de las Salinas (al noreste), San Martín (al oeste), Santa Ana Te<sub>l</sub>octoc (al noroeste), San Lucás Tezcletitlán (oeste), San Juan Raya (oeste), Los Reyes Metzontla (sur) y Xochiltepec (sureste).

A pesar de los pocos asentamientos humanos, está sumamente perturbado, por el saqueo de sus recursos. Entre los recursos que más llaman la atención se encuentran: en primer lugar el onix, manifestándose en dos tipos principales; el onix blanco que se encuentra más fácilmente en la sierra de Xochiltepec de mejor calidad, y el onix café que se localiza en la sierra de Santa Ana; en segundo lugar los fósiles característicos de la formación San Juan Raya principalmente, encontrándose en el valle de Santa Ana Telostoc; en tercer lugar la palma (del género Brahea) para cestería; en cuarto lugar la madera de mezquite y por último las cactáceas como plantas de ornamento.

## TEMA II.- R E L I E V E

### A) METODOLOGIA EMPLEADA

Como ya se vió en la introducción, los estudios Ecogeográficos elaborados son básicamente de carácter geomorfológico, ya que la Geomorfología representa una base importante para dichos estudios, enfocándose a otras ramas de las ciencias ambientales, como lo señala Tricart: "se reconocemos así la utilidad que para la Geología y la Hidrología representan el estudio del relieve, se pueden derivar así mismo, relaciones que permiten la explicación de la distribución de los suelos y la vegetación"(...) (Palacio, 1985)<sup>6</sup>. De aquí radica la importancia de incluir el análisis geomorfológico dentro de este tesis.

Este análisis se basa en la metodología propuesta por autores soviéticos, fundamentándose en el análisis y expresión cartográfica de algunos componentes morfométricos para llegar a la carta geomorfológica (Bocco, 1983).

Tal análisis considera seis aspectos fundamentales y tres tipos principales de información (Palacio, 1983 y 1985). Los primeros

---

6.- Palacio, J. L. (1985) Geomorfología Regional del Oriente de Michoacán y Occidente del Estado de México. Tesis UNAM, Pág.: 3

son:

- 1.- Morfología: definición general de las formas del relieve que puede ser morfométrico o morfográfico.
- 2.- Génesis u origen del relieve.
- 3.- Edad o tiempo que ha tomado el desarrollo del relieve.
- 4.- Evolución o cambio que ha tenido el relieve, ya sea por agentes endógenos o exógenos.
- 5.- Dinámica o procesos actuales que han actuado sobre el relieve.
- 6.- Zonificación Geomorfológica o distribución de los elementos que lo configuran.

Los tipos principales de información son:

- 1.- Geología y Tectónica: que considera al tipo de material que forma a los elementos del relieve y los procesos endógenos que han actuado y actúan sobre ellos. Gracias a esto se puede determinar la génesis, edad, evolución y dinámica del relieve. Obteniéndose dicha información en bibliografía y cartografía.
- 2.- Morfometría: que considera técnicas cuantitativas de carácter cartográfico, estableciendo la relación entre los agentes endógenos y exógenos que actúan en el relieve, obteniendo a partir de ésta la dinámica y zonificación geomorfológica con el apoyo de la Geología y Tectónica. Para ello se elaboraron las siguientes cartas a escala -----

1:50 000: carta de pendientes, carta de red hidrográfica, carta geológica, carta de densidad de la disección del relieve, carta de profundidad de disección del relieve y carta geomorfológica (para mayor información ver a Palacio, 1983).

3.- Fotointerpretación: que consiste en el análisis de fotografía aéreas, para crear nueva información, escala 1:70 000, que sirvieron de apoyo a la morfometría.

## B) HISTORIA GEOLOGICA

La historia Geológica del valle se puede resumir con los siguientes episodios: una primera etapa de sedimentación marina a principios del Cretácico, una serie de plegamientos que se iniciaron a finales del Cretácico inferior y terminaron en el Terciario, dando como resultado una cuenca endorréica y una etapa de rejuvenecimiento en el Cuaternario con la captura del Río Salado por el río Santo Domingo.

Todo ésto es consecuencia del tectonismo de México debido a la dinámica de Tectónica de Placas cuya explicación no cabe en la presente tesis. También es importante recordar que el valle de Zapotitlán pertenece a un sistema mayor que es el valle de Tehuacán, por lo que su historia Geológica es básicamente la misma.

La estructura más antigua reconocible es el llamado "Complejo Basal" que está formado por rocas metamórficas, igneas y sedimentarias con alto grado de metamorfismo, cuyo origen probable es marino

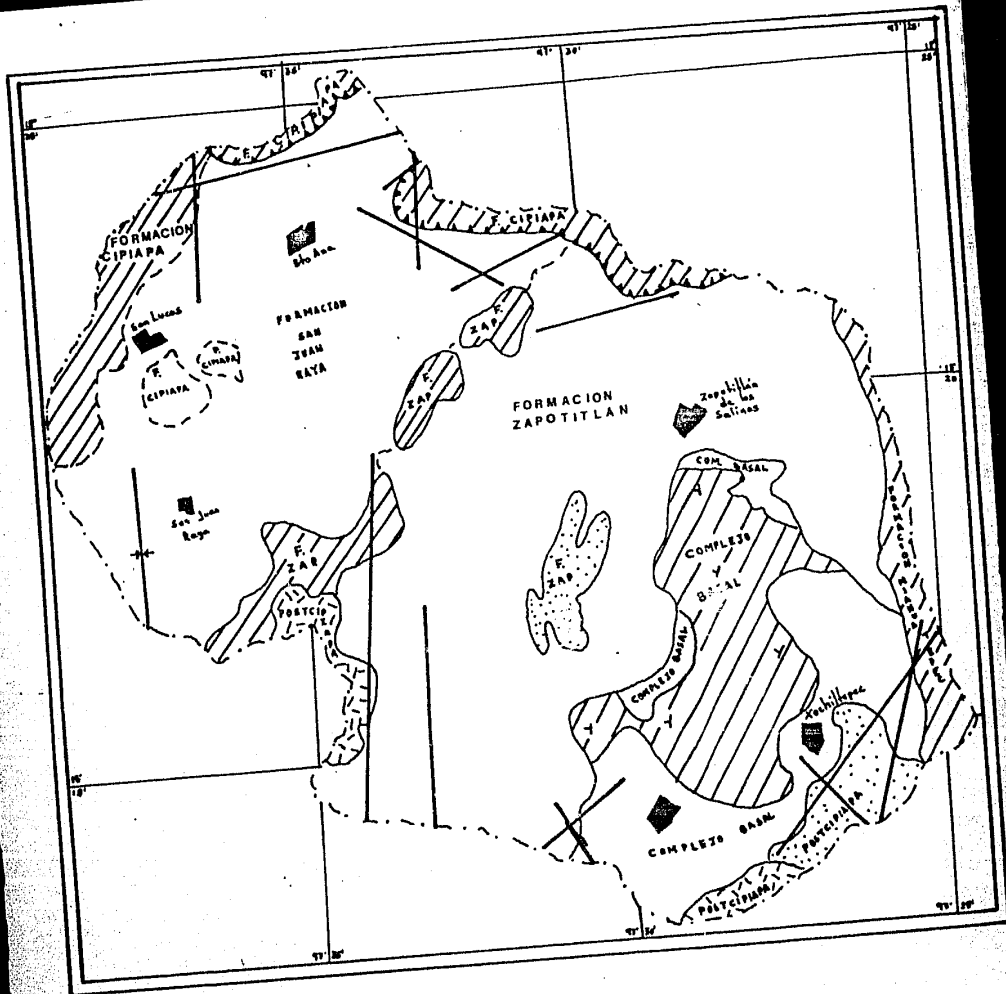


y deformadas por un metamorfismo dinámico, con influencia de actividad volcánica (J. Brunet, 1967), que data del Paleozoico-Jurásico, obedeciendo a un episodio del plegamiento, que a finales del Jurásico corresponde a la formación Matzintzi, de carácter continental, propiciando el inicio de la formación de la sierra Zapotitlán. Algunos autores consideran al "Complejo Basal" como parte del Geoanticlinal Centroamericanoantillano, escudo precámbrico que ha servido como apoyo a los plegamientos posteriores (Fuentes Aguilar, 1971). Dentro del valle el "Complejo Basal" se manifiesta en el sureste. (ver Mapa 3.- Mapa Geológico).

A principios del Cretácico inferior, el valle sufre una inmersión formándose el Portal del Balsas, mar somero y tropical, permitiendo la sedimentación de rocas sedimentarias calcáreas de origen orgánico, entre las que se encuentran las calizas, lutitas y areniscas; más tarde se presente el inicio del segundo periodo de plegamientos importantes, que corresponde a las siguientes formaciones en orden cronológico:

1.- La Formación Zapotitlán: que es una de las más importantes por superficie ocupada, localizándose en el este del Valle, formada por rocas lutitas, areniscas y conglomerados, principalmente; con pliegues orientados noroeste-sureste, terminando de plegarse la sierra Zapotitlán y se inicia el plegamiento de la sierra Miahuatepec.






2.- La formación San Juan Raya: que es la segunda forma---



**SIMBOLOGIA:**

FORMACION	ERA
Complejo Basal	Paleozoico
Zapotitlán San Juan Raya Miahuatepec Cipiapa	Mesozoico [cretácico]
Postcipiapa	Cenozoico

**ROCAS**

-  lutitas—areniscas
-  calizas
-  B—Bvb  
conglomerado
-  Falla inversa
-  Fractura



**MAPA 3.- GEOLOGICO**

ción más importante dentro del valle por superficie, ocupando el oeste de él. Formada principalmente de lutitas y areniscas de pliegues simétricos de flancos suaves y ejes paralelos con rumbo noroeste-sureste.

3.- La Formación Miahuatepec: originada por fuerzas de compresión orientadas este-oeste, dando como consecuencia la terminación del plegamiento de la sierra Miahuatepec y el plegamiento de la sierra Atzingo, de pliegues de rocas calizas principalmente, formando el flanco oriental de un anticlinal recostado en dirección este.

En el Cretácido medio hasta finales del Cretácico superior, se da la última fase de este periodo de plegamiento por fuerzas de compresión orientadas norte-sur, que corresponde a la formación Cipiapa. Ella está formando a la coronación de las principales sierras, y constituye los acantilados más importantes dentro del valle como son los del cerro Rajaritos, cerro La Tarántula, cerro Coatepec, cerro Viejo y cerro Santa María, formados por rocas calizas y elevados por fallas inversas. Es con la formación Cipiapa que el valle pierde su contacto con el Balsas, y queda como una cuenca endorréica.

Como consecuencia de la formación Cipiapa, en el Terciario, se da un sistema de fracturas entre la formación Zapotitlán y la Formación San Juan Raya, desplazándose con una dirección suroeste-noreste, originando al cerro La Mesa, cerro Xentile y cerro Yolotepec, e inclusive un episodio de volcanismo (basaltos y brechas volcánicas básicas)

en el sur del valle, formando al cerro Omotepec, cerro la Yerba y Mesa Buenavista.

Con esta etapa las fuerzas endógenas dejan de tener importancia, quedando como el principal agente geomorfológico a las fuerzas exógenas que modelan al relieve.

El valle de Zapotitlán en el Terciario se encontraba bajo la acción de una depositación importante, ya que al perder la salida hacia la Cuenca del Balsas, pasó a ser una cuenca endorréica, formando grandes lagos. Los sedimentos que corresponden a esta época son del tipo travertino calcáreos rico en sales, formando depósito de sales y yeso. El valle presentaba una acción niveladora, donde la sedimentación es más importante que la erosión.

A principios del Cuaternario, el río Salado, que corre sobre el valle de Tehuacán y sus tributarios, entre ellos el río Zapotitlán, es capturado por erosión remontante por el río Santo Domingo, tributario del río Papaloapan, a la altura del poblado de Quiotepec, Oaxaca, abriendo de esta manera el valle de Zapotitlán a la Cuenca del Papaloapán; este episodio es el principal factor de la actual dinámica geomorfológica del valle.

Las consecuencias de esta captura son:

- 1.- La desaparición del sistema de lagos, que tenía un estado de equilibrio de erosión-depositación.

Como consecuencia de dicha captura se intensifica la erosión por el cambio del nivel de base, que actualmente co-

rresponde al Golfo de México (una variación del nivel de ba  
se aproximadamente de 1,400 m); actuando la erosión intensi  
va remontante en las parte bajas y que actualmente alcanza  
las partes altas de la región de San Juan Raya.

2.- Las reservas hidrológicas son abatidas y menos importan  
tes que en el pasado, con una consecuencia climatológica---  
ecológica: la desertificación, como dice J. Brunet: (...)

"concerniendo con este último punto, nosotros podemos hacer  
una observación: ésta no es la razón de creer que el clima  
es un fenómeno general, pudo haber cambios en la última eta  
pa del Cuaternario. De todas maneras, el microclima del va  
lle ha progresado hacia una marcada aridez debido a la desa  
parición del agua" (...) (J. Brunet, 1967)<sup>7</sup>, dando a enten  
der que la actual aridez en parte es consecuencia geomorfo-  
lógica.

3.- El valle se encuentra en un proceso de formación de te  
rrazas, principalmente por el río Zapotitlán, debido al cam  
blo de base, ya que en el Terciario la erosión horizontal  
era más importante que la erosión vertical, pero actualmen-  
te es al contrario, ya que profundiza a los valles de los  
ríos.

---

7.- Brunet, J. (1967) "Geologic studies" The prehistoric of the Tehua-  
cán valley. Texas University Press, Pág.: 75.

4.- A pesar de tener rocas calizas, el valle no presente un paisaje kárstico, que le debería corresponder teóricamente, debido a que todo el material es removido por la erosión intensiva remotante y no tiene un desarrollo in situ (Brunet, 1967).

### C) DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Como consecuencia de los episodios ocurridos a lo largo del Cuaternario, el valle de Zapotitlán es incluido en un sistema más grande, la Cuenca del Papaloapan, cambiando su dinámica del relieve.

La base de la ~~dinámica~~ del relieve actual es el rejuvenecimiento del valle por la erosión intensiva remotante, desde el momento de la captura del río Salado por el río Santo Domingo. Es por esto que los agentes modeladores del relieve están caracterizando al relieve del valle.

A pesar que las condiciones climáticas (clima subárido) favorecerían al modelado eólico como principal agente exógeno, encontramos, ligado a lo anterior, que el modelado fluvial es más importante, debido a que existe un transporte importante de material. Este transporte de material no es a lo largo de todo el año, sino solamente se concentra en la época húmeda (de mayo a septiembre) y principalmente en los tres meses más lluviosos. Apoyando esto, encontramos que los datos de precipitación para la estación de Zapotitlán de las Salinas, un 55.92% del total está concentrado en los meses de Junio, Agosto y

Septiembre y para la estación de Caltepec representa el 59.99% para los mismos meses. Estas condiciones favorecen la formación de torrentes, ya que como los define Derrau: "Los torrentes son corrientes de agua con régimen ocasional, pendiente fuerte y que trabajan en materiales fáciles de socavar" (Derrau, 1965)<sup>8</sup>, cuyas avenidas ricas en material transportado coinciden con la época de lluvias (Mayo-Septiembre) conocidas localmente como "abarrancamientos". Esto no niega que haya modelado eólico, pero no tiene un peso sobresaliente, y sólo hay actividad importante del viento en el mes de Abril.

Ahora bien, hemos enfocado al valle de Zapotitlán como una unidad, pero existe una zonificación geomorfológica resultado de su historia Geológica. Dentro del valle encontramos a dos de los tres grandes grupos de tipo genético utilizado por el Dr. Palacio: Relieve Endógeno Modelado y Relieve Exógeno (Palacio, 1980, ver Mapa 4. Mapa Geomorfológico).

El Relieve Endógeno Modelado lo podemos dividir en tres subtipos:

1.- Ladera de Montaña Plegada con erosión fuerte o moderada, formadas por rocas sedimentarias de origen marino de distintas épocas, subdividiéndose en:

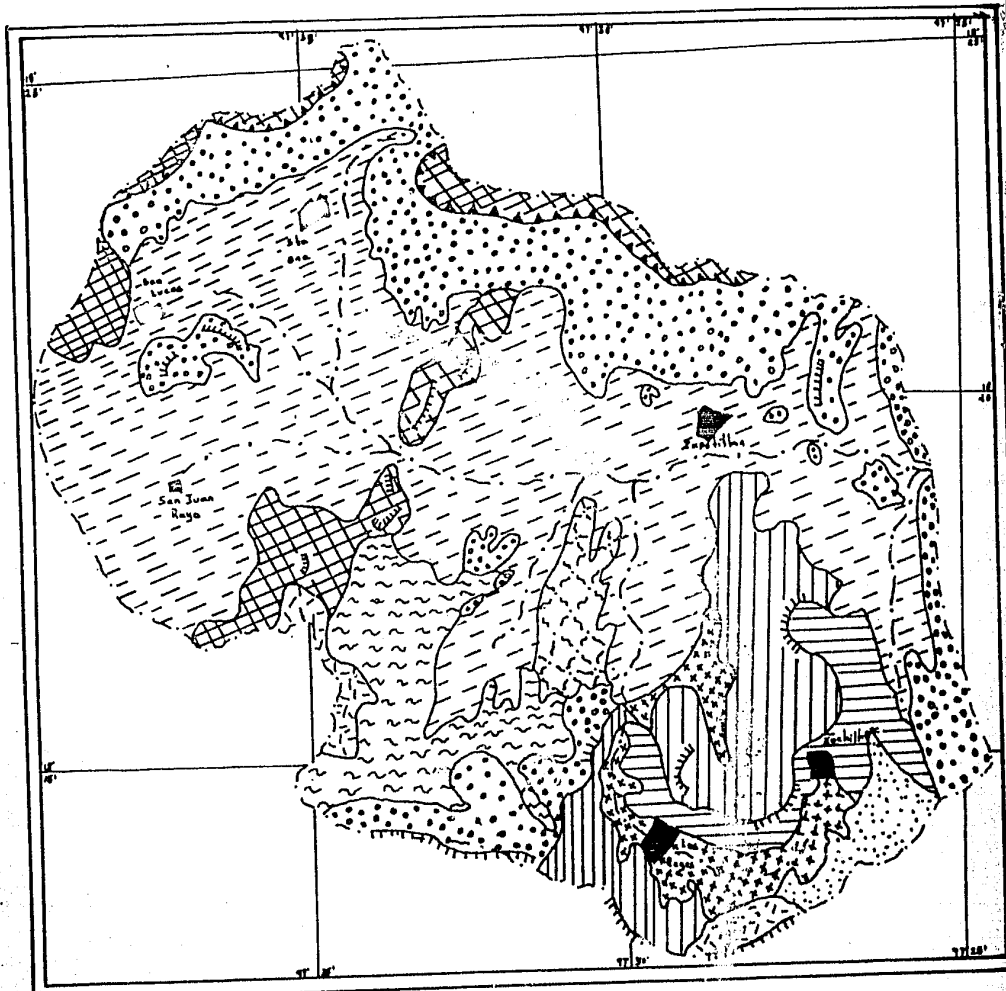
---

8.- Derrau, Max. (1965) Geomorfología Omega, Pág.: 77

Orden de	Número de Cauces			Relación de bufurcación			Longitud Media			Relación de Longitud			Frecuencia			Densidad km/km <sup>2</sup>		
	Cauce	BN	Sn Jn. Ry.	Sn Lu cas	BN	Sn Jn Ry	Sn Lucas	BN	Sn Jn Ry	Sn Lucas	BN	Sn Jn Ry	Sn Lucas	BN	Sn Jn Ry	Sn Lucas	BN	Sn Jn Ry
1	118	66	40	3.8	3.0	4.0	0.78	0.99	0.89				1.23	1.12	1.25	0.96	1.11	1.13
2	31	22	10	3.8	5.5	3.3	1.04	1.36	1.46	1.33	1.37	1.64	0.32	0.37	0.31	0.34	0.51	0.61
3	8	4	3	8	4	3.0	1.25	2.90	0.93	1.20	2.13	0.63	0.08	0.06	0.09	0.10	0.19	0.08
4	1	1	1				16.5	6.00	6.00	13.2	2.06	5.30	0.01	0.01	0.03	0.17	0.10	0.15
Tot	158	93	54										1.65	1.58	1.70	1.58	1.92	1.83

Tabla 1.- Análisis Morfométrico Fluvial





**SIMBOLOGIA:**

**I. RELIEVE ENDOGENO MODELADO**

1. Ladera de origen volcanico con erosion moderada a fuerte:

rocas basalticas y brechas volcanicas basicas del terciario

lutitas—areniscas del paleozoico calizas del paleozoico

lutitas—areniscas del cretatico calizas del cretatico

conglomerado del cuaternario

3. Lomerios suaves con erosion moderada a fuerte:

lutitas—areniscas del cretatico conglomerado del cuaternario

**II. RELIEVE EXOGENO**

1. Valle denudatorio de rocas:

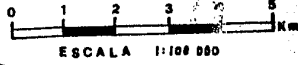
lutitas—areniscas del paleozoico lutitas—areniscas del cretatico

**III. RASGOS COMPLEMENTARIOS**

Escarpes: de falla erosivo litologico

Talweg principal Parte agua

Poblado



ESCALA 1:100 000

**MAPA 4. GEOMORFOLOGICO**

a) De plegamientos constituidos por rocas Lutitas-Areniscas y calizas del Paleozóico. Esta zona se localiza en el sureste del valle, corresponde a la sierra de Los Reyes Metzontla, sierra Xochiltepec y sierra Caltepec. Formadas durante el Paleozóico y pertenecen al "Complejo Basal" y Formación Matzintzi. Se caracteriza por estar sumamente plegada y con un proceso de metamorfismo de tipo dinámico, por lo que las lutitas-areniscas y calizas tienen distintos grados de metamorfismo, llega inclusive a formar gneiss, esquistos y pizarras, creando una heterogenidad litológica, de pendientes y de resistencia a la erosión.

La subcuenca Barranca Nacional, que corresponde a la zona, presenta un escurrimiento dirigido, donde tenemos cauces de primer y segundo orden con una longitud muy corta y llega a un cauce de cuarto orden, que tiene un gran recorrido, esto se palpa con los datos de Relación de Longitud, que para el 2° y 3er. orden son de 1.33 y 1.20 respectivamente, disparándose a 13.2 para el cuarto orden, situación que no ocurre para las otras subcuencas, y así se manifiesta para los otros parámetros del análisis morfométrico fluvial (Strahler, 1964) (ver Tabla 1.- Análisis Morfométrico Fluvial). Es debido a la cantidad de contactos litológicos y fracturamientos que "canalizan" los escurrimientos, no permitiéndoles un patrón ordinario de acuerdo a su pendiente principal, por lo que la subcuenca de Barranca Nacional es muy heterogenia con respecto a las otras subcuencas, como se expresa en la gráfica de Longitud Promedio, donde los puntos se alejan de la

línea de regresión para valores de Barranca Nacional, mientras que las otras dos subcuencas presentan cierto alineamiento. (ver gráfica 1.- LU/N).

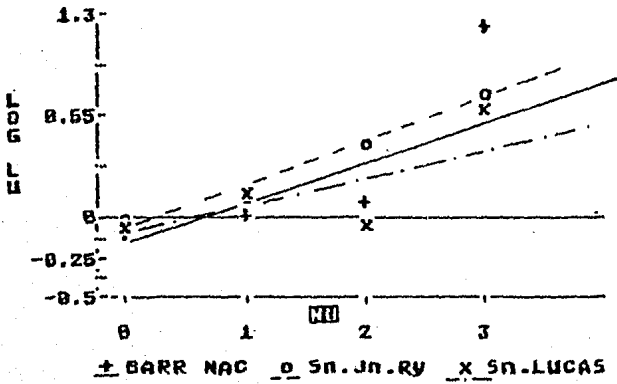
b) De plegamientos constituidos por lutitas-areniscas del Cretácico. Son formadas por fuerzas de compresión a lo largo del Cretácico, que corresponde a las formaciones de Zapotitlán, San Juan Raya y Miahuatepec. Se localizan en la totalidad de la periferie de la cuenca, a excepción del sureste que está ocupada por el subtipo anterior, que lo representa la sierra Acatepec, sierra Atzingo, sierra Miahuatepec, sierra Zapotitlán y sierra Santa Ana. A diferencia de la zona anterior, está formada por plegamientos de lutitas-areniscas, que no han sufrido cambios en su naturaleza, por lo que son rocas blandas, muy vulnerables a la erosión; es por esto que actualmente es el lugar donde la erosión intensiva remontante está actuando, por lo que existe afloramiento de fósiles después de cada avenida en época de lluvias.

A diferencia de Barranca Nacional, la subcuenca presenta valores más homogéneos, como los de Barranca Agua La Iglesia (San Juan Raya) y Barranca San Lucas, ya que el escurrimiento sigue la pendiente principal (ver tabla 1 y gráfica 1).

c) De plegamiento constituido por rocas calizas del Cretácico. Corresponde a las partes más altas del valle, sobre la sierra Santa Ana (cerro Viejo y Cerro Santa María) y la sierra Zapotitlán (cerro la Tarántula y cerro Pajaritos). Son resultados de la última

III

GRAFICA LU/NU  
ZAPOTITLAN SALINAS



etapa de plegamiento (Formación Cipiapa) y fueron elevados por fallas inversas, dando como resultado los principales escarpes del valle. En contramos una zona coluvial, de material grueso, donde el agente de gravedad es muy importante, poco a poco se ha ido removiendo el material. Desde el punto de vista fluvial forma parte del grupo anterior y es el que aporta los materiales gruesos. Su papel más importante dentro del valle es de muralla, ya que representa una barrera difícil a la erosión remontante dentro del valle.

También pertenece el cerro La Mesa, cerro Xentile y cerro Yolotepec, que se localizan en la parte central y separan en dos al valle, por una parte el valle de Zepetlán propiamente dicho y por la otra el valle de Santa Ana, así como una barrera a la dinámica del valle de Santa Ana.

d) De plegamientos constituidos por conglomerados del Cuaternario, que se encuentran en el sureste de la sierra Caltepec, siendo muy erosionables y cuyo origen no es muy claro.

2.- Ladera de Origen Volcánico con erosión moderada a fuerte. Constituidas por rocas basálticas y brechas volcánicas básicas del Terciario. Representan la última actividad endógena importante dentro del valle, después de la formación Cipiapa. Se localiza en el sur-centro del valle formando una pequeña sierra, sierra de San Martín, cuyas cúspides corresponden al cerro Otate, cerro Omotepec y cerro la Yerba, por una parte, y la Mesa Buenavista de la sierra Caltepec, por la otra. Son pequeñas elevaciones con erosión moderada, ya

que el tipo de roca es más resistente a la erosión, y son más resistentes con respecto a las anteriores, representan un aporte diferente a la generalidad del valle para la edafogénesis.

3.- Lomerios suaves con erosión moderada a fuerte. Están sobre la misma estructura que la de las Laderas Plegadas del Cretácico, pero han sufrido un fuerte modelado exógeno durante el Cuaternario. Se localiza en el pie de monte de la Sierra Acatepec y sierra Caltepec. Tenemos dos tipos principales:

a) Los constituidos por lutitas-areniscas del Cretácico, que muy probablemente corresponda a una zona de depositación-erosión de piedemonte de dichas sierras, cuando era una cuenca endorréica en el Terciario, pero al ser abierta ha quedado como una zona relicto. Actualmente se está disectando por la erosión intensiva remontante, por lo que hay un proceso muy marcado de abarrancamientos, debido a la erosión vertical.

b) Los constituidos por conglomerados del cuaternario que debió corresponder a la última zona de depositación, cuando se drenaban los lagos, ya que representan una zona de baja energía hídrica, por la acción de la sierra de Xochiltepec que es paralela a ella (orientación norte-sur), por lo que quedó como relicto de los depósitos en el valle. Actualmente está sufriendo una disección intensiva vertical importante a causa de la erosión intensiva remontante, favorecida por el material de que está constituida porque es sumamente erosionable, esto nos hace pensar que los lomerios serán rápidamente

rebajados a sus raíces, con una movilidad del material rápida.

El Relieve Exógeno corresponde dentro del valle solamente a un subtipo de: Valle Denudatorio de rocas siendo aquella zona que por pendiente no puede ser considerada como elevación y además ha sufrido un modelado importante cambiando su fisonomía. Este tipo se subdivide en:

a) Constituido por lutitas-areniscas del Paleozóico. Tiene una forma de "L" que corre en la ladera plegada del Paleozóico, correspondiendo al contacto litológico entre lutitas-areniscas y calizas. Este valle denudatorio corresponde a la parte baja de Barranca Nacional cuyas características fueron ya explicadas.

b) Formado por lutitas-areniscas del Cretácico. Es el que tiene mayor importancia por superficie. Corresponde a las rocas lutitas-areniscas de origen marino, plegadas con flancos suaves durante las formaciones de Zpotitlán y San Juan Raya del Cretácico; fueron durante el Terciario muy nivelados en la época de los grandes lagos. Pero a principios del Cuaternario, con el cambio de nivel de base, el valle, ya sumamente aplanado, es rejuvenecido por la erosión rotante intensiva, formándose un proceso de terrazas, porque la erosión horizontal deja de tener importancia, y es más destacada la erosión vertical. Este valle está dividido en dos partes:

1.- La parte occidental que corresponde al Valle de Santa Ana, es de la formación San Juan Raya. Está caracterizado por aportes calcáreos de la sierra de Santa Ana y sierra

Zapotitlán. La erosión intensiva remontante está actuando a gran escala, inclusive en su parte suroeste, que debido a su altitud y litología de rocas suaves, es presa fácil a la erosión remontante, tanto por el interior del valle, como correspondientes exteriores (Río Acatlán) estos últimos son la cabecera de la Cuenca del Balsas. En cierto momento, podría de nuevo ser la salida por segunda vez, lo que cambiará totalmente la dinámica del valle.

2.- La parte oriental, que pertenece al valle de Zapotitlán propiamente dicho, es de la formación Zapotitlán. En él no solamente encontramos aportes de sedimentos calcáreos de las sierras circunvecinas (sierra Zapotitlán, sierra Miahuatepec, sierra Atzingo y sierra Acatepec), sino que encontramos restos de sedimentos de travertino calcáreo del Terciario (época andorréica) que permiten la presencia de salinas, aportes de óxidos, cuarzo e inclusive material ígneo de la Barranca Nacional entre otros. También, el proceso de formación de terrazas es más claro, sobre todo a lo largo de río Zapotitlán, donde no solamente es importante la erosión horizontal, sino también la erosión vertical.

Concluyendo, el valle en general como sistema ha presentado tres estados con respecto al equilibrio "Morfogénesis-Edafogénesis". En el primer estado este equilibrio está roto, favoreciendo la



morfogénesis que termina en el terciario, dominando los procesos endógenos; en el segundo estado se logra el equilibrio ya mencionado pero el tiempo transcurrido no es suficiente, ya que en el inicio del Cuaternario la actividad exógena vuelve a favorecer a la morfogénesis, que corresponde al tercer y actual estado. Dentro del valle, este equilibrio tiene cierta zonificación, siendo en la Ladera de Montaña Plegada del Paleozóico donde hay una tendencia más rápida al equilibrio, mientras que en el resto del valle la Morfogénesis tiene un grado mayor.

### TEMA III.- H I D R O G R A F I A

#### A) METODOLOGIA

Las técnicas de análisis de la red hidrográfica se buscaron en el análisis Morfométrico Fluvial propuesto por Strahler (Strahler, 1964), donde se considera que a partir de la carta de la red hidrográfica completa por orden de cauce, es posible obtener los siguientes parámetros:

1.- Número de cauces por orden

2.- La Relación de Bifurcación, con el objeto de conocer la relación que existe entre los cauces de orden menor que desembocan en cauces de orden mayor.

3.- Longitud Media de los órdenes de cauces, que consiste en un promedio de longitud por orden de cauce.

4.- Relación de Longitud, para conocer la proporción de la longitud entre los órdenes de cauces.

5.- Frecuencia de cauces, con esto sabemos cuántos cauces por orden existen en una superficie.

6.- Densidad, donde se obtiene el coeficiente entre la longitud del orden de cauce y su frecuencia sobre la superficie de la cuenca.

## B) CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS

La cuenca del río Zapotitlán está formada por nueve subcuencas principales (con cauce de cuarto orden) que desembocan en un cauce de quinto orden, que corresponde al río Zapotitlán.

El criterio de los límites de la cuenca que se utilizó en el presente trabajo es Hidrológico-Geomorfológico. Esto quiere decir que se tomó en cuenta el parteaguas para delimitar la cabecera de la cuenca, pero la desembocadura considerada es parcial (Criterio Geomorfológico), porque corresponde al paso del río Zapotitlán entre la sierra Miahuatepec y la sierra Atzingo (1,460 m.s.n.m.), y no a la unión del río Zapotitlán con el río Salado (900 m.s.n.m.), que se localiza a 32.5 km de distancia al este de dicho paso entre ambas sierras.

Se consideró este criterio, porque el área considerada representa una unidad Ecogeográfica.

El principal aporte del agua en la cuenca es por medio de las precipitaciones, limitándose a 3 meses húmedos por sus características climáticas. Es por esto, que la cuenca tiene un régimen hídrico estacional y errático.

Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca la podemos dividir en dos zonas:

1.- Subcuencas sobre Laderas de Montañas Plegadas constituidas por rocas del Paleozóico con distinto grado de metamorfismo. Se localiza en el sureste de la cuenca, perteneciendo a ella la sierra Xochiltepec, sierra Los Reyes Metzontla, sierra Caltepec y Barranca Na-

cional, ocupando un 20% de la superficie total.

Se caracteriza porque el patrón de drenaje es angular, a consecuencia de sus características geológicas visto en el tema anterior. Es por esto, que la subcuenca sea muy heterogénea en relación a su red de cauces, ya que presenta muchos cauces de 1° y 2° orden con longitudes muy cortas, mientras que los cauces de mayor orden tienen un gran recorrido. (la longitud media para cauces de 1er. orden es de 0.78, y la de cuarto orden es de 16.5) (ver Tabla 1.- Análisis Morfométrico Fluvial).

De esta manera el drenaje de esta subcuenca es "dirigido", porque no sigue un comportamiento "normal" de acuerdo a su pendiente principal, sino que depende de las fallas y contactos litológicos que son numerosos. Esto es causa que tengamos una Relación de Longitud para cauces de segundo y tercer orden menor a 1.5, y de 13.2 para el cauce de cuarto orden (ver tabla 1).

Otra característica importante, debido al bajo grado de permeabilidad de la roca, es que el manto freático es poco profundo, por lo que no hay una rápida pérdida de la disponibilidad del agua subterránea.

Debido a esto, tenemos un relieve muy disectado y la distribución de la disponibilidad del agua depende de las fallas y contactos litológicos, favoreciendo la formación de microclimas con condiciones ecológicas menos limitantes, en el fondo de los valles (que corresponde a la unión de fallas y contactos litológicos), un ejemplo es la po-

blación de Xochiltepec establecida sobre el área que cubría una Selva Baja Caducifolia.

2.- Las Subcuencas sobre relieve constituidos por rocas del Cretácico y Terciario. Corresponde al resto de la cuenca, representado el 80% de su superficie.

A diferencia del anterior, el patrón del drenaje es subden<sup>d</sup>ricular, ya que los cauces siguen la pendiente principal. Las subcuencas son más homogéneas en el comportamiento de su red de cauces, debido a que no están muy afalladas y la roca es más erosionable. Es por esto, que los valores de los parámetros del análisis Morfométrico Fluvial son más homogéneos entre los órdenes de los cauces (ver tabla 1).

Los mantos freáticos son profundos por el alto grado de permeabilidad de la roca, por lo que el déficit del agua es mayor.

A consecuencia de todo esto es que la distribución de la disponibilidad del agua depende de factores macroclimáticos, no existiendo desarrollo de microclimas favorables dentro de esta área.

#### TEMA IV.- C L I M A

##### A) METODOLOGIA

El análisis climático utilizado lo podemos dividir en dos tipos principales:

1.- Procesamiento y análisis numérico de los datos meteorológicos de las estaciones Zapotitlán de las Salinas y Caltepec. Los parámetros utilizados fueron temperaturas medias mensuales y precipitaciones medias mensuales con un período de veinte años. A estos datos se les aplicó la metodología de Thornwaite para obtener sus índices (Maderey, 1982).

2.- Análisis climático-ecológico de Lauer, basado en el índice de Ep/Ea de Papadakis, con lo que se obtuvo la gráfica de factor móvil de reducción del límite de aridez, a partir de la cual se obtuvieron los grupos climáticos-hidrotermodinámicos, climático-ecológico y fito-ecológico (Lauer, 1978).

Es importante considerar que el segundo análisis está considerado teóricamente y extrapolado a partir de otras estaciones, ya que dentro del valle no existen suficientes estaciones, creando un vacío de información, limitando el alcance del mismo.

## B) SISTEMAS DE TIEMPOS MACROCLIMATICOS

Los sistemas de tiempos bajo los cuales está determinado el clima del valle son los del Golfo de México, que presenta dos tipos principales de flujos a lo largo del año (Jauregui, 1971) (ver Figura 1.- Frecuencia de los tipos de tiempo):

- 1.- Las corrientes del viento del oeste que determina la época seca del año (de octubre a abril).
- 2.- Las corrientes de los vientos alisios húmedos que determinan la época de lluvias en el año (de mayo a septiembre).

La primera, caracterizada por la existencia de líneas de flujos de vientos del oeste, son consecuencia del corrimiento hacia el sur del Ecuador Térmico y los Centros de Acción, por lo que el anticiclón semipermanente del Atlántico se encuentra frente a las costas del Estado de Tamaulipas, y el país queda bajo los vientos del oeste, que por correr sobre tierra no contienen humedad. Otra consecuencia importante es que estas condiciones favorecen la formación de Vagua y la invasión de masas de aire frío de latitudes altas y medias. Dichas invasiones de aire frío llamadas "nortes" se presentan principalmente en los meses de Diciembre y Enero, bajando considerablemente las temperaturas, formándose las heladas.

Las segundas, líneas de flujo de la corriente de los Alisios, en el momento en que se desplaza hacia el norte el Anticiclón semipermanente del Atlántico, queda todo el país bajo la influencia

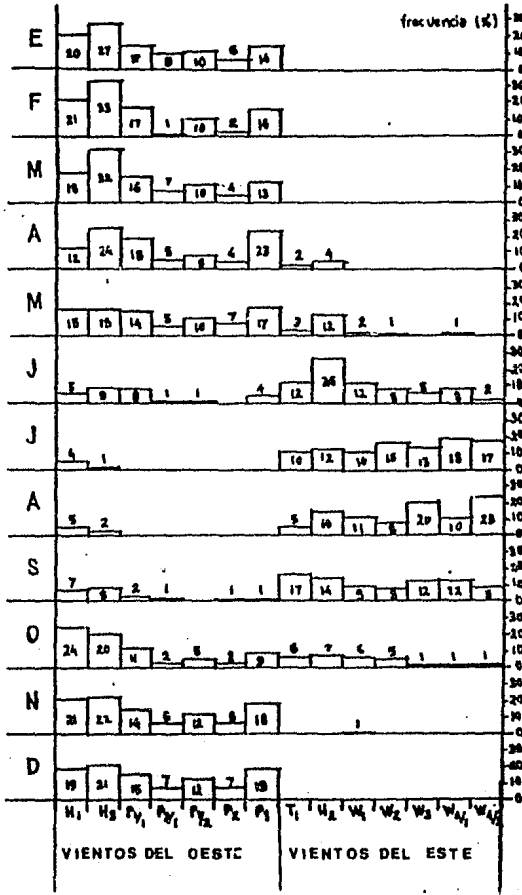


FIGURA 1: FRECUENCIA DE LOS TIPOS DE TIEMPO (EN NIVEL DE 500mb)  
[Lopez, 1973]



de los vientos Alisios húmedos, acarreado lluvias al país; además de Septiembre a Octubre es la época de invasión de ciclones tropicales, que son los principales aportadores de lluvias en esta época.

Por otra parte, el principal factor, que condiciona al clima del valle y sus cercanías, es el factor de la topografía, donde las sierras sirven como pantallas meteorológicas que detienen la mayor parte de la humedad proveniente del Golfo de México, siendo en este caso particular la sierra de Zongolica. Esto determina la aridez del valle, debido a que los vientos dejan la humedad en el barlovento de la sierra de Zongolica a una altitud entre los 1,000 y 2,000 metros, y al pasar hacia los valles ~~intermedios~~ entre los que se encuentra el valle de Zapotitlán, los vientos sufren un calentamiento adiabático incidiendo particularmente en los meses de Marzo y Abril cuando crean un ambiente de calor opresivo y cerrado.

Esta es la causa principal de la aridez del valle, que caracteriza sus condiciones climatológicas, ya que tenemos en la estación Zapotitlán de las Salinas y la estación Caltepec valores del índice de aridez de Thornwaite de 76.2% y 83.0% respectivamente.

Dichas condiciones también modifican la marcha de la temperatura, teniendo un régimen con muy poca oscilación a lo largo del año (de 6.2°C en Zapotitlán de las Salinas), a pesar de la influencia de los "nortes". Esto se debe a que en el Altiplano y valles centrales de México, aunque las temperaturas bajen durante la noche, como no existe nubosidad en la época seca, la radiación solar directa ele-

va la temperatura durante el día, por lo tanto, la desviación residual del gradiente de temperatura de Enero es positiva a diferencia de la Llanura Costera del Golfo de México que es negativa (Lauer, 1973).

### C) MICROCLIMA

De una manera más particular las condiciones climáticas del valle son las siguientes:

Por una parte, la marcha de la temperatura es muy homogénea a lo largo de todo el año, ya que no encontramos en las temperaturas medias anuales oscilaciones de consideración (en Zapotitlán de las Salinas corresponde a  $6.2^{\circ}\text{C}$  y Caltepec de  $6.1^{\circ}\text{C}$ ). Presenta su máxima temperatura en el mes de Mayo, ya que en Junio las temperaturas son reducidas por la presencia de nubosidad y de la poca precipitación; y las temperaturas mínimas se presentan en Enero por la influencia de los "nortes" pero no tienen consecuencias ecológicas importantes (Lauer, 1973). De acuerdo a su temperatura media anual corresponde un tipo semicálido por la altitud y los nortes que influyen sobre ello (Zapotitlán de las Salinas:  $20.2^{\circ}\text{C}$  de temperatura media anual y Caltepec:  $18.2^{\circ}\text{C}$  de temperatura media anual).

Por otra parte, el régimen de lluvia funciona de acuerdo a los sistemas de tiempos del Golfo de México, presentándose una época de lluvias en el año (de Mayo a Septiembre), divididos por dos máximos (Junio y Septiembre), lo que implica la presencia de canícula (Julio y Agosto). Es en estos meses donde se concentra el mayor número

de precipitaciones, ya que para los meses de Junio y Septiembre corresponde a un 41.4% de las precipitaciones anuales en la estación de Zapotitlán de las Salinas. Estas lluvias son de carácter irregular e intensivas (Los valores de carga del río Zapotitlán fueron de  $13.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$  el 10 de junio de 1959 y  $0.485 \text{ m}^3/\text{seg.}$  el 11 de junio del mismo año) (Byers, 1967)<sup>9</sup>.

Lo más característico del valle son los bajos valores de las precipitaciones y los altos índices de aridez. En la estación de Zapotitlán de las Salinas se presenta un índice de aridez de 76.2% y en Caltepec de 83.0%. Esto condiciona las características higrótérmicas donde la evapotranspiración son mayores a los de las precipitaciones, existiendo un déficit de agua a lo largo de todo el año. (ver gráfica 2.- Gráfica ombrotérmica de Zapotitlán de las Salinas y Gráfica 3.- Gráfica ombrotérmica de Caltepec).

Para subrayar esta idea tenemos los siguientes valores:

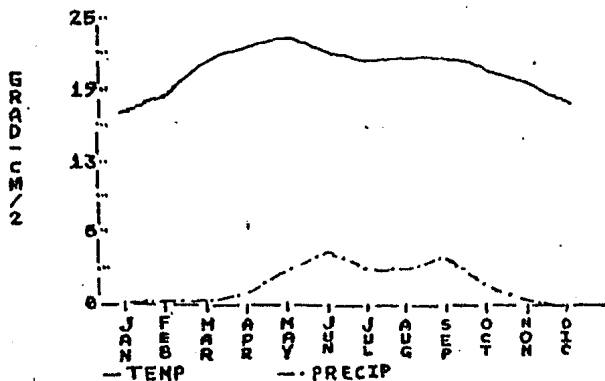
ESTACION	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	DEFICIT DE AGUA	INDICE PLUVIAL
Zapotitlán de Las Salinas	179.3 cm	135.82	-45.72
Caltepec	205.8 cm	171.03	-49.84

Estas condiciones higrótérmicas nos permiten clasificar al clima del valle en los grupos climáticos-ecológicos de Lauer (Lauer, 1978). Para poder llegar a ellos nos basamos en la gráfica de Factor

9.4 Byers (1967) "Climate and Hidrology" The Prehistoric of the Tehuacán valley. Texas Press. Pág.: 67.

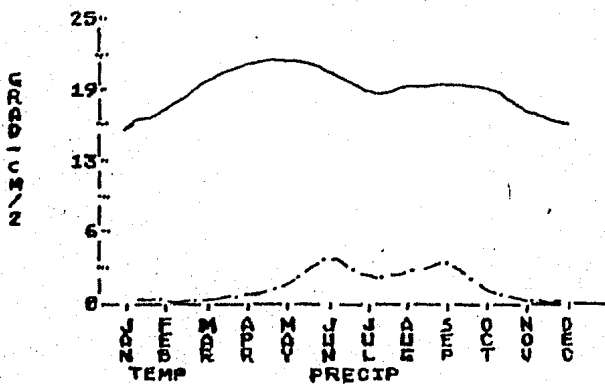
H 2

GRAFICA OMBROTERMICA  
ZAPOTITLAN SALINAS



H 3

GRAFICA OMBROTERMICA  
CALTEPEG



FACULTAD DE GEOGRAFIA Y LINGÜAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

ESTACION ZAPOTITLAN DE LAS SALINAS

$BS_{oh''(w)(i)g}$  (según García)

$Ew_{2s_2A'a'}$  (según Thornwaite)

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
TEM. °C	16.9	18.0	21.2	22.4	23.2	21.5	21.0	21.3	21.3	20.1	18.8	17.4	20.2
PP mm	4.15	2.78	7.38	2.00	59.6	92.8	56.0	60.7	81.1	30.9	2.26	11.23	419.1

ESTACION CALTEPEC

$BS_{oh''(w)(i)g}$  (según García)

$Ew_2A'a'$  (según Thornwaite)

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
TEM. °C	15.1	16.6	19.3	20.8	21.2	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0	16.3	15.4	18.2
PP mm	2.93	2.24	5.28	17.0	35.6	85.7	47.6	52.6	71.0	18.9	5.28	3.79	349.1

Tabla 2.- Datos Metereológicos

Móvil de Reducción del límite de aridez que permite obtener el coeficiente  $Ep/Ea$  (ver Figura 2.- Gráfica de Factor Móvil de reducción del límite de aridez); ésto, es debido a que en los climas áridos hay una sobrevaloración de la Evapotranspiración Potencial y una subvaloración de la disponibilidad del agua, como menciona Lauer: (...) "al disminuir las precipitaciones cada planta recibe, debido a su situación aislada, más agua que la que señala el pluviómetro, ya que el agua fluye en el subsuelo en dirección de la planta" (Lauer, 1978)<sup>10</sup>, y se ve favorecida por ser una zona deprimida, donde escurre el agua de las sierras circunvecinas. Los valores del coeficiente  $Ep/Ea$  a partir de la gráfica son de 0.49 y 0.45 para Zapotitlán de las Salinas y Caltepec respectivamente; con estos valores obtenemos que el grupo climático-ecológico para ambas estaciones es de subárido-semiárido (con un mínimo de 3 meses húmedos y un máximo de seis meses húmedos) y el grupo fito-ecológico es árido para Caltepec y Semiárido para Zapotitlán de las Salinas. (ver Figura 3.- La relación entre la definición climático-ecológica y fito-ecológica de los términos "húmedo y árido").

De acuerdo a esto, la distribución de los tipos climáticos-higrotérmicos dentro del valle corresponde al Mapa No. 5.- Mapa climático-higrotérmico (Lauer, 1978), donde domina en las partes bajas hasta una altitud de 1,800 m. el tipo subcálido-subárido (con cuatro me-

---

10.- Lauer, Wilhelm (1978) "Tipos Ecológicos del Clima en la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana" Comunicaciones No. XV, Pág.: 238.

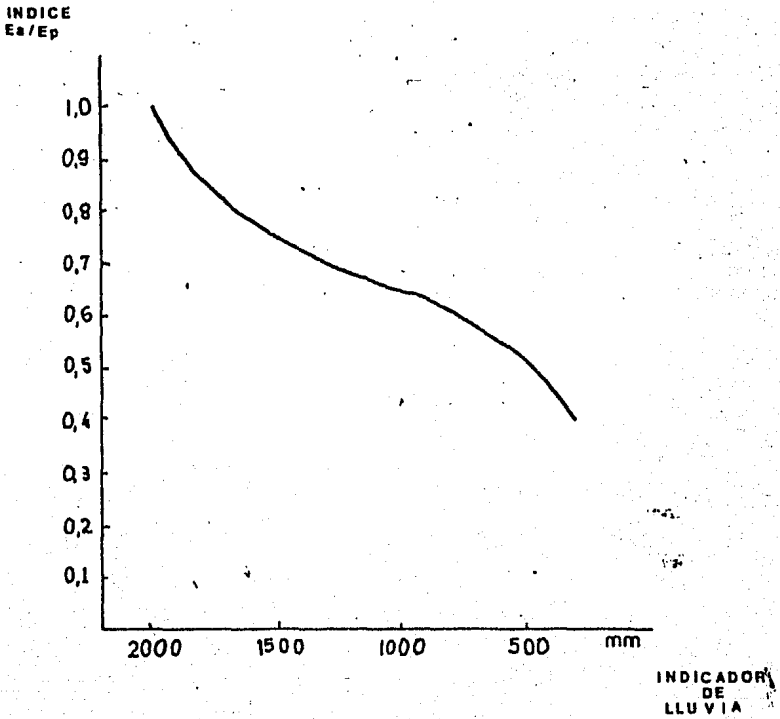


FIGURA 2: EL FACTOR MOVIL DE REDUCCION DE LIMITE DE ARIDEZ (Lauer, 1978)

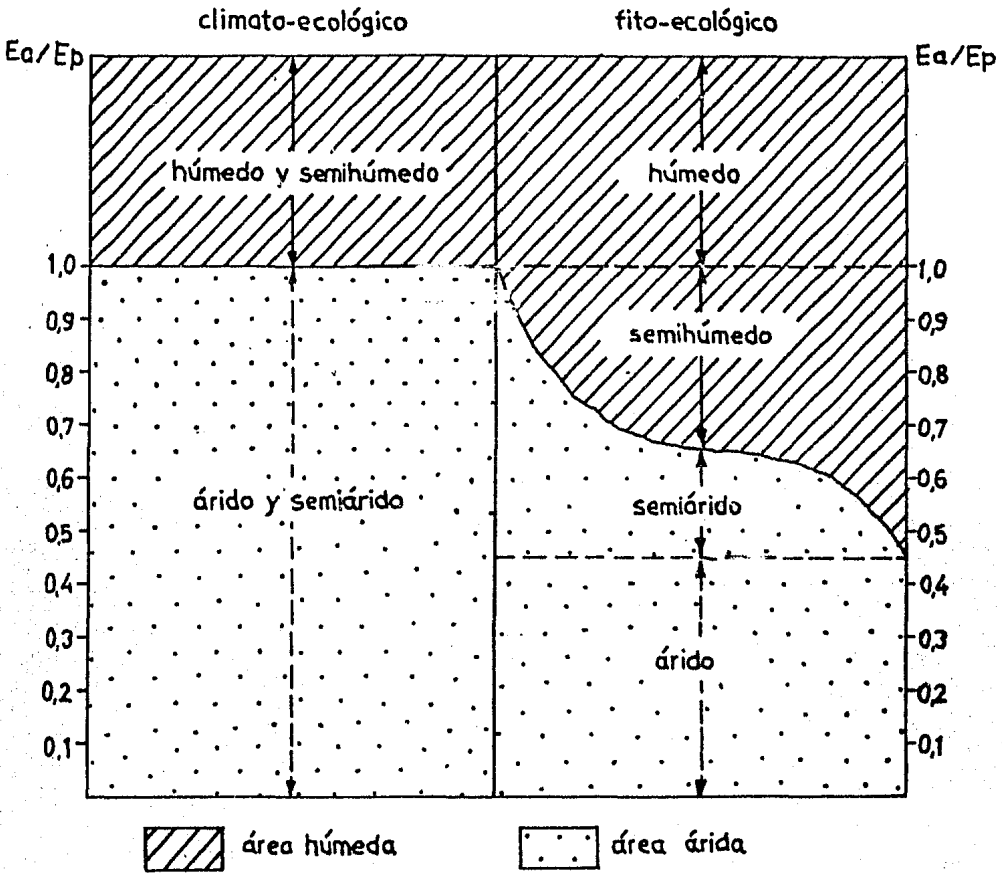
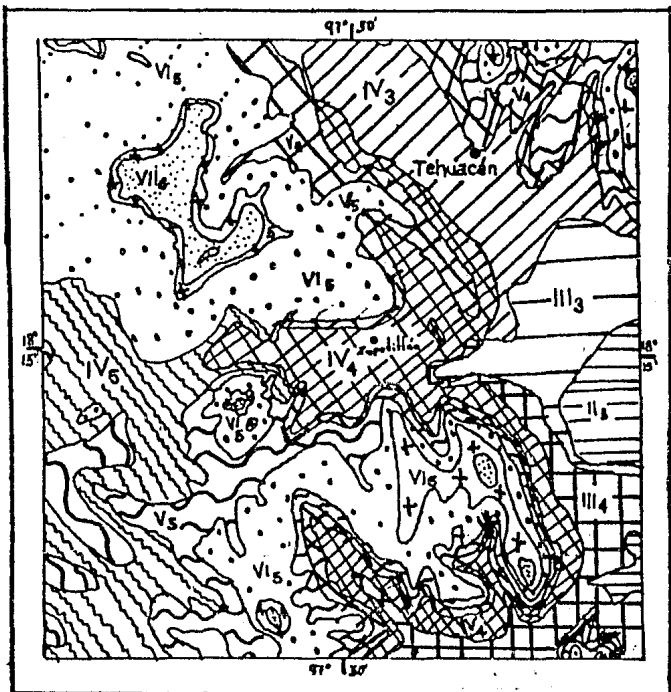
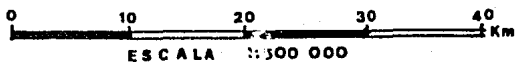


FIGURA 2. LA RELACION ENTRE LA DEFINICION CLIMATO—ECOLOGICA Y FITO—ECOLOGICA DE LOS TERMINOS HUMEDOS Y ARIDOS [Lauer, 1978]





TIPO CLIMATICO				Subarido		Semiarido	
numero de meses humedos				3	4	5	6
Fresco	2400	2000	18.0	VII			
Templado	2100	1600	17.0	VI			
	1800	1200	15.0	V			
Subcalido	1600	900	13.0	IV			
	1300	400	11.0	III			
Calido		50	9.0	II			
pisos altitudinales	pisos altitudinales	pisos altitudinales	Temperatura				
termicos	termicos	termicos	media anual				



FUENTE: Lauer (1978) "Tipos Climaticos Higrtermicos de la Vertiente Oriental de la Meseta Mexicana" COMUNICACIONES No.15 plan Puebla - Tlaxcala

MAPA 5.- CLIMA

ses húmedos) que corresponde a la estación de Zapotitlán de las Salinas. En la parte oriental del valle, de los 1,800 m a los 2,000 m. le corresponde un tipo templado-subárido (con 3 meses húmedos) y la parte occidental del tipo subcálido-semiárido (con 5 meses húmedos); de esta manera se ve un gradiente de humedad orientado este-oeste, correspondiendo a la parte oriental a la zona más árida, ligado a la dirección de los vientos dominantes, que son este-oeste, y que empujan la poca humedad en esa dirección.

Existe otro gradiente de acuerdo a la altitud, a partir de los 2,000 metros dominan los tipos templados-semiárido (con cinco y seis meses húmedos) que le corresponden a las sierras circunvecinas, y son también el límite altitudinal de las primeras heladas.

## TEMA V.- S U E L O S

### A) METODOLOGIA

La elaboración del mapa de suelos partió de la carta edafológica escala 1:250,000 publicada por SPP. Debido a que esta escala no es útil para llevar a cabo el análisis, se rectificó por medio de fotointerpretación.

La interpretación se realizó en fotos aéreas escala 1:70,000, buscando identificar las unidades de suelo más importantes, basadas en los tonos y texturas de las fotos; pero el análisis se encuentra limitado. Es por esto, que se requirió de un apoyo de campo donde se buscó relaciones entre los elementos individuales de las unidades del suelo que están entrelazados con las morfología, topografía, cubierta de vegetación y actividades del hombre.

La comprobación en el campo se llevó a cabo en cortes naturales. Una vez establecidas las relaciones de los elementos individuales con los elementos principales del paisaje, se llevó a cabo la delimitación de las unidades del suelo sobre las fotos por medio del método deductivo.

### B) EDAFOGENESIS

Los procesos de formación de suelos son determinantes para

las condiciones ecológicas de éstos, ya que están ligados al equilibrio "Morfogénesis-Edafogénesis" propuesto por J. Tricart (Tricart, 1973). Como ya se vió en el temade Relieve (Tema II), el valle ha presentado tres etapas en relación a dicho equilibrio: el primero favoreciendo la morfogénesis, el segundo existiendo un equilibrio y el tercero, y actual, que favorece de nuevo a la morfogénesis.

La evolución edafogénica ha presentado dos principales limitantes: uno de tipo geomorfológico, las condiciones de dicho equilibrio, y otro de tipo climático.

Como se puede ver a lo largo de la historia del valle se ha favorecido a la morfogénesis, por lo que el desarrollo del suelo es muy precario, debido a la formación de estructuras geológicas y principalmente por el proceso de remoción de materiales superficiales por la erosión. Esto último está jugando un papel muy importante en la actualidad. Los perfiles que se desarrollan en las Laderas de Montaña Plegada o de Origen Volcánico, en general, son muy poco evolucionadas, con poca profundidad, de desarrollo "in situ" y alto grado de pedregosidad con afloramientos de rocas, debido a la fuerte acción de la erosión intensiva remontante, que presenta una zonificación de acuerdo a las condiciones locales que más tarde se explicarán. En cambio los perfiles en los Valles Denudatorios son más desarrollados, tenían cierto aporte de material, con una mayor profundidad, herencia de las condiciones endorreicas del Terciario, que correspondió al equilibrio "Morfogénesis-Edafogénesis". Estas condiciones han cambiado en la ac-

tualidad para dichos perfiles, por la erosión intensiva remontante que está removiendo al material superficial, provocando que los aportes de material sean de carácter temporal, frenando a los procesos edafogénicos.

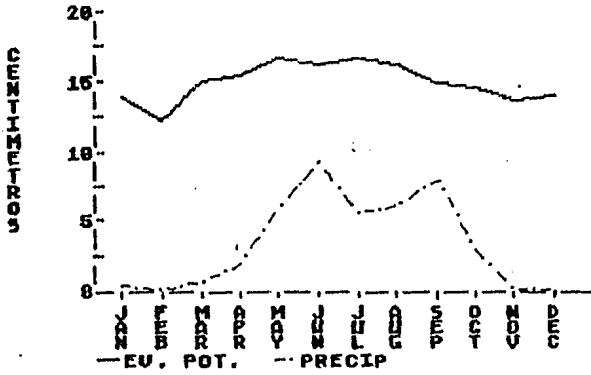
Las condiciones climáticas, y sobre todo en la actualidad, frenan los procesos edafogénicos. Los altos valores de aridez y déficit de agua a lo largo de todo el año (ver gráfica 4.- Gráfica EP/PP de Zapotitlán de las Salinas y Gráfica 5.- EP/PP de Caltepec), no permiten del desarrollo de minerales secundarios y horizontales de diagnóstico. Con las condiciones climatológicas existe de acuerdo a la FAO/UNESCO un "Regimen Hídrico de Aridez" (Werner, 1978, que consiste en un clima semicálido-seco con cuatro meses húmedos como máximo, la precipitación de carácter irregular y torrencial, que determina la fácil erosión y el alto déficit de agua. Bajo estas condiciones se favorecen los procesos de Calcificación, aunque encontramos procesos de decalcificación ligado al material geológico.

Los principales procesos edafogénicos presentes en el valle de acuerdo a su importancia son los siguientes:

- 1.- Procesos Calcimórficos: que son suelos que desarrollan horizontes AC o A(B)C, con concentraciones de Calcio en el horizonte superior. El tipo de suelo más común es el de Rendzina, caracterizado por su horizonte rendzínico superior (que contienen un complejo estable de humus-arcilla-carbonatos, por lo que su color es oscuro debido a dicho

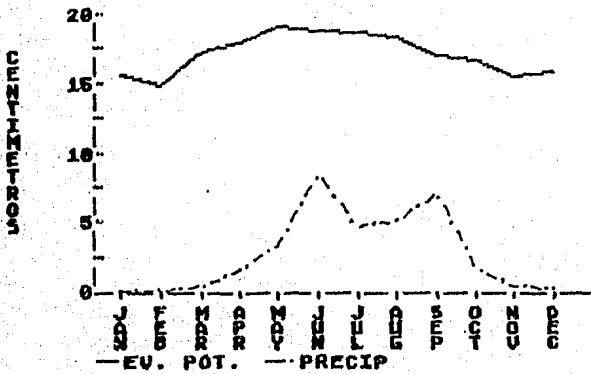
114

GRAFICA EP-PP  
ZAPOTITLAN SALINAS



115

GRAFICA EP-PP  
CALTEPEC



complejo). Dentro del valle el desarrollo de las Rendzinas es limitado por las condiciones climáticas de "Régimen Hídrico de Aridez" presentándose en su lugar Xerosoles cálcicos y Xerosoles háplicos.

2.- Proceso de Litificación: con suelos poco desarrollados determinados por las condiciones limitantes de tipo geomorfológico ya explicados, desarrollándose Litosoles, Fluviosoles, Coluviones y Fersialíticos (éstos últimos están teñidos por óxidos de hierro, su desarrollo se encuentra limitado por factores climáticos, ya que podrían evolucionar a Latosoles fértilicos, pero es imposible dentro del valle).

3.- Vertilización: que desarrolla suelos Vertisoles que se dan dentro del valle de una manera puntual, ya que se encuentran fuertemente limitados por los factores climáticos, solamente se localizan en aquellas partes de microclimas favorables por topografía, ligado a presencia y acumulación de escurrimientos de agua. Los suelos vertisoles se caracterizan por los movimientos vérticos realizados por las arcillas de relación 2:1, que consiste en un movimiento de expansión-contracción de dichas arcillas, es por esto que cuando es época húmeda, las arcillas se expanden ocupando un mayor volumen, por lo que el suelo se expande, en cambio en la época de secas, las arcillas se compactan por la falta de presencia de agua, así el volumen del suelo superfi-

cial se reduce formando polígonos de desecación en la época seca del año.

### C) UNIDADES DE SUELOS

Estas limitantes a la edafogénesis son la base de la caracterización de las unidades de suelo en el valle, pero existen condiciones locales dando como consecuencia una zonalidad ecológica-edáfica.

Dichas condiciones locales las podemos agrupar en:

1.- Edad y tipo de material de origen; resultando el tipo de minerales presentes en el suelo, ya que los minerales que forman a la roca madre son muy importantes para las características mineralógicas del suelo.

En primer instancia, muchos de los minerales que contiene el suelo son heredados sin ninguna alteración, y sobre todo en aquellos suelos donde las condiciones climáticas son de aridez, como el caso del valle, por lo que no están sujetos a un proceso continuo de intemperismo químico. En segundo lugar, la formación de arcillas y su calidad, dependen de los minerales primarios a partir de los cuales son formadas, que también está ligada a las condiciones climáticas. En tercer lugar, el grado de transformación de los minerales de la roca madre, pueden favorecer la formación de minerales secundarios, como es el caso de las rocas calizas del Paleozóico que por su grado de metamorfismo ha permiti-



do que se desarrolle el proceso de descalcificación, presentando condiciones edafico-ecológicas favorables, que no presentan las rocas calizas no transformadas.

Por último la permeabilidad y estructura geológica de la roca madre influye sobre el comportamiento del agua del subsuelo. Así en aquellos lugares donde la roca madre es muy permeable, la pérdida de agua subterránea es más fácil, como es el caso de las rocas areniscas del Cretácico, en cambio si el substrato geológico es impermeable, va a existir un manto freático en el subsuelo favoreciendo la disponibilidad del agua que a su vez influye en los procesos edafogénicos, permitiéndolo un mejor desarrollo. Este caso se da dentro del valle sobre las rocas del Paleozoico en el sureste.

2.- Dinámica Geomorfológica de las subunidades. Los procesos geomorfológicos son muy importantes para la evolución de la edafogénesis, ya que la tasa de desarrollo de la edafogénesis depende de dichos procesos.

Dentro del valle los procesos dinámicos más generalizados son la remoción en masa y la erosión intensiva remontante. Ambos procesos detienen la evolución de la edafogénesis, porque no permiten el desarrollo "in situ", ni la acumulación de material, de ahí que existirá un continuo proceso de empobrecimiento del suelo. La remoción en masa que no per-

mite que el suelo tenga un desarrollo normal, porque se encuentra en un proceso continuo de movilidad, y traslocaciones dentro del cuerpo del suelo, que pueden ser afloramientos o ser sepultados por roca no intemperizada que no se integra al suelo, cuya principal consecuencia es no permitirle tener una estructura. La ausencia de estructura limita los movimientos de los minerales y nutrientes dentro de él, ejemplificándose mejor en los suelos Coluviones. La erosión intensiva remontante que remueve y transporta el material superficial, siendo dentro del valle una erosión que supera a la velocidad de formación del suelo, por lo que éste está sujeto a un continuo proceso de empobrecimiento.

3.- Condiciones microclimáticas, sobre todo a condiciones de menor aridez, porque la presencia de humedad favorece la formación de minerales secundarios, provocando que el suelo adquiera una mejor consistencia y una mayor capacidad de intercambio químico, que favorece al desarrollo de los procesos edafogenéticos. Estas condiciones microclimáticas dentro del valle se debe más que nada al relieve o el grado de permeabilidad de la roca madre, por lo que en la distribución de los suelos Vertisoles y Rendzinas son de carácter puntual, cuya evolución se ve limitada por la aridez en la generalidad del valle.

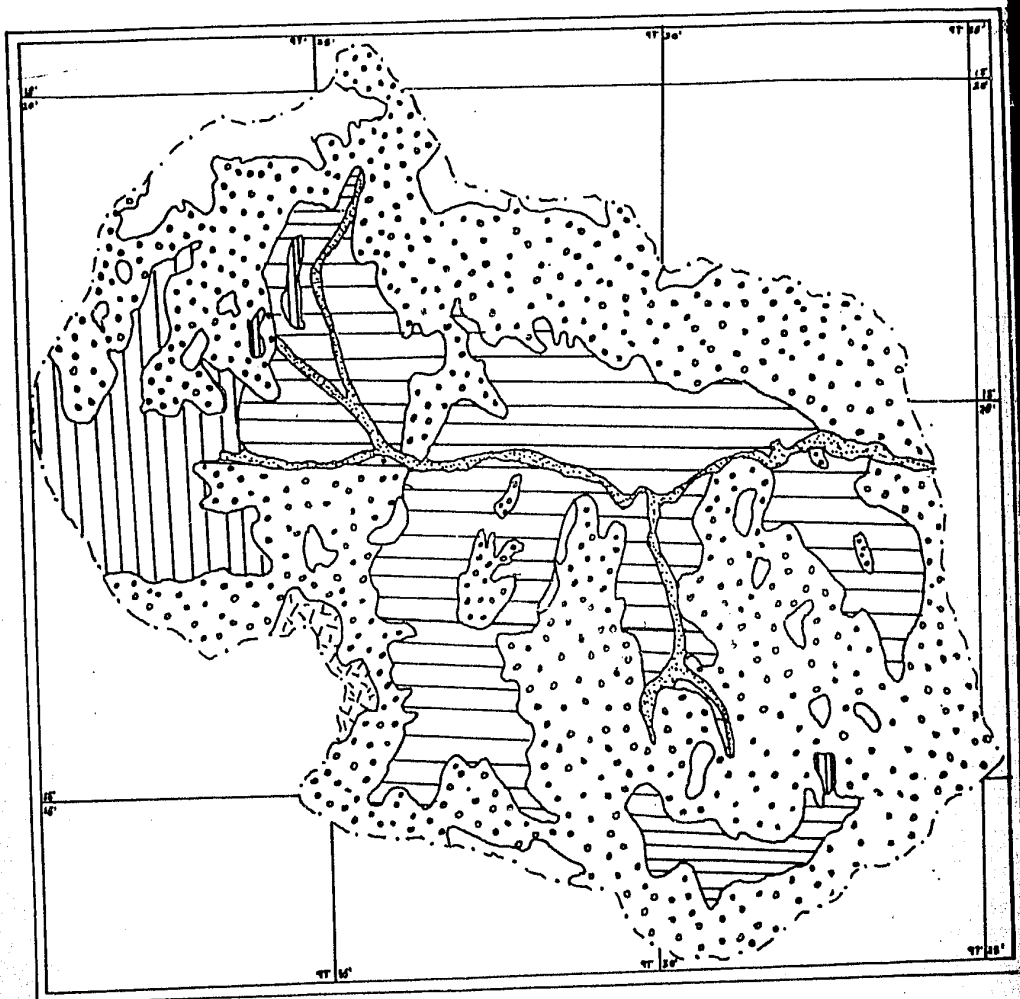
4.- Impacto antrópico, que ha favorecido a las condiciones de desertificación, acelerando a la erosión y los procesos de calcificación. Dependiendo del grado de perturbación, se ha ido rompiendo el débil equilibrio del medio natural, porque la perturbación antrópica juega un papel de catalizador.

De acuerdo a ésto, podemos expresar la manifestación espacial de las unidades del suelo (ver Mapa 6.- Mapa de Suelos):







I.- Coluviones recientes, que se desarrollan en los principales escarpes, ya sean litológicos o de fallas inversas; se caracterizan por estar constituidos por materiales gruesos, depositados por mecanismos de gravedad, y de continua movilidad; teniendo poca consistencia, por lo que son muy vulnerables a la erosión. Sus minerales que lo forman corresponde a los minerales originales de la roca madre sin ninguna transformación, consistiendo principalmente calizas.

II.- Fluvisoles: formado por sedimentos aluviales recientes, con desarrollo de los horizontes AC, es su material de distinta textura, y depende de la energía fluvial del momento. Son suelos muy pocos desarrollados sin estructura, bajo contenido de materia orgánica y con movilidad continua. Se desarrollan en los lechos de los principales ríos, sobre todo en aquellos donde existe una erosión horizontal evidente.

III.- Litosoles: son suelos que sólo desarrollan los horizontes AC, situándose en las Laderas de Montaña Plegadas, existiendo



**SIMBOLOGIA:**

	Coluviones
	Fluvisol
	Litosol
	Regosol
	Renzinas
	Xerosoles



**MAPA 6... SUELOS**

dos subtipos principalmente:

- a). Litosoles sobre rocas calcáreas del Cretácico: que son suelos con muy poco desarrollo edafogénico, muy erosionados, alta pedregosidad, alto contenido de carbonatos. En ellos predominan los procesos de calcificación, sobre todo los que están sobre roca caliza, ya que la eliminación de Carbonatos de Calcio avanza lentamente. (Duchaufour, 1977).
- b). Litosoles sobre rocas del Paleozoico, que los parecidos a los anteriores, a excepción de que en estos hay un proceso de descalcificación, debido al cambio de la naturaleza de los minerales de la roca parental por su grado de metamorfismo e intemperismo, por lo que en el horizonte A encontramos arcillas heredadas a partir del material parental, lo que hace a los suelos más consistentes y resistentes a la erosión, y tener una mayor capacidad de intercambio catiónico que los anteriores, por lo que sus condiciones ecológicas no son tan extremas. Se distribuyen en la sierra del sureste del valle.
- c). Litosoles sobre conglomerados del Terciario, se presentan en el este de la sierra Caltepec y en los lomeríos de piedemonte de la sierra de Xochiltepec, son suelos muy pedregosos y arenosos, con una alta concentración de carbonatos de Calcio, son los suelos con peores condiciones ecológicas dentro del valle.

IV.- Regosoles Eutricos: se desarrollan sobre las rocas ígneas en el suroeste del valle y sobre la sierra de San Martín, desarrollan solamente el horizonte AC, sin estructura bien evolucionada, con alta pedregosidad y sumamente erosionados. Son los suelos con menor proporción de bases dentro del valle.

V.- Rendzinas: se desarrollan en las zonas planas en el oeste del valle, sobre rocas calcáreas del Cretácico, donde se tienen las condiciones microclimáticas que permiten el desarrollo del horizonte rendzínico superior, sólo desarrollan dos horizontes el AC. A manera de isla también lo encontramos en el poblado de Xochiltepec y está por condiciones microclimática favorables.

VI.- Xerosoles: son suelos que se desarrollan en las condiciones de "Régimen Hídrico de Aridez", favorecida por factores antrópicos. Existen dos subtipos principales:

a). Xerosoles háplicos: de metamorfitas y rocas sedimentarias del Paleozoico y Jurásico, tienen un horizonte A débil, y un horizonte B poco desarrollado. Son suelos oscuros, por la presencia de arcillas heredadas de su roca parental, en ellos se lleva a cabo el proceso de descalcificación. Se localizan en las partes planas de Barranca Nacional.

b). Xerosol Cálculo: presenta un horizonte petrocálcico a baja profundidad, por lo que el proceso de Calcificación es bien marcado, debido a la eluviación de los Carbonatos

de Calcio. Son suelos claros, con poca materia orgánica y muy susceptibles a la erosión por su falta de consistencia. Se distribuyen en la generalidad de las zonas planas del valle donde las condiciones le favorezcan.

## TEMA VI. COMUNIDADES VEGETALES

### A) METODOLOGIA

Las metodologías utilizadas para las comunidades vegetales son dos principales:

- 1.- Un análisis estadístico realizado por Zavala dentro del valle con los datos del muestreo fitosociológico (Zavala, 1980). El análisis de conglomerado es una técnica estadística de estudio multivariado basado en el método de aglomeración de Ward (Ward, 1963), con el fin de obtener una caracterización de las comunidades de acuerdo a las especies presentes.
- 2.- La distribución espacial, que se basó en la interpretación de fotos aéreas, con apoyo de campo para rectificación, siendo de tipo deductivo, a partir de las relaciones de las comunidades con los factores ecogeográficos.

### B) DESCRIPCION DE LAS COMUNIDADES

Desde un punto de vista florístico, la vegetación del valle forma parte de la Provincia del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, que pertenece a la Región Xerófila Mexicana, por lo que la mayoría de las especies que componen la flora pertenece al Reino Neotropical (Rzedo-



wski, 1978).

A pesar de que el valle fue separado de la Cuenca del Balsas con la formación Cipiapa, a finales del Cretácido, la flora presenta grandes relaciones con la vegetación del Balsas, lo que ha hecho pensar su marcada afinidad con esa provincia. Entre los géneros más representativos tenemos a Bursera, Pseudosmodingium, etc. (Miranda, 1948).

Pero ese aislamiento fue suficiente para que en el valle se desarrollaran endemismos marcados, ya que el 29.1% de las especies son de este tipo, entre las más representativas tenemos a Yucca perisulosa, Beaucarnea gracilis y Neobuxcaumia tetetzo (Cervantes, 1985). Las características ecogeográficas del valle, que favorecen el aislamiento, nos hace pensar que actualmente existe un proceso de especiación dentro de él.

También existen relaciones de menor importancia con otros reinos florísticos como la presencia de elementos Africanos (Ceiba, Mimosa), Australianos (Acacia) y de Nueva Zelanda (Cedrela) (Cervantes, 1985).

Las adaptaciones que presentan las plantas en forma general obedecen en un primer plano a las condiciones climáticas, sobre todo a los índices de aridez. Como ya se vio en el capítulo del Clima (Tema III), los índices de aridez son sumamente altos (83.07% en Zapotitlán de las Salinas), existiendo un déficit de agua a lo largo de todo el año (ver gráfica 2 y 3), por lo que la disponibilidad del agua en el

suelo se reduce a tres o cuatro meses en el año y en el resto existe un marcado déficit (ver gráficas 4 y 5), es por esto que el grupo fito-ecológico de Lauer corresponde al semiárido (Lauer, 1978). En estas condiciones, donde el principal limitante es la ausencia de agua disponible, tenemos que las adaptaciones de la vegetación se pueden resumir en los siguientes grupos principales (Cervantes, 1985):

1.- Reducción Foliar: que puede ser en formas compuestas como los géneros Acacia, Bursera, Prosopis, y Cercidium, etc.; o en una transformación en espinas como los géneros Prosopis, Fouquieria, Acacia, etc. con el objetivo de reducir el área de las hojas para evitar al máximo la pérdida de vapor de agua cuando realizan la fotosíntesis, porque al tener una mayor superficie foliar expuesta a la evapotranspiración, la pérdida de agua es mayor.)

2.- Estrategias de Vida: Las estrategias de vida son aquellas adaptaciones que permiten a las plantas hacerle frente a las adversidades del medio natural.

Existen dos tipos de estrategias de vida: plantas de ciclo corto de vida (plantas "r") y plantas de ciclo largo de vida (plantas "K") (Mac Arthur y Wilson, 1967). Las plantas de ciclo corto de vida son aquellas que no pueden hacerle frente a los momentos de "stress" por lo que huyen en el tiempo, debido a que en el valle el principal limitante es la falta de disponibilidad de agua, por lo que en los me-

ses de mayor aridez, dichas plantas presentan vida latente en forma de semillas. Esto es porque estas plantas, también llamadas plantas anuales, no tienen los medios para hacerle frente a esos momentos difíciles, destinando la mayor parte de su energía a llevar a cabo todas las etapas de su desarrollo (germinación, crecimiento, reproducción y dispersión) en dos o tres meses cuando las condiciones del medio lo permitan, por lo que su ciclo de vida es corto. También, para asegurar su perpetuación asignan mucha energía a la reproducción, creando un gran número de propágulos (semillas), porque de esta manera algunas encontrarán las condiciones favorables.

En cambio las plantas de ciclo largo de vida, son aquellas que han desarrollado órganos o procesos de adaptación a las limitantes del medio natural, estas plantas representan los estados sucesionales más avanzados; entre las adaptaciones más importantes están los órganos almacenadores de agua, entre los géneros que los han desarrollado como a Cephalocereus, Mammillaria, Opuntia, Neobuxbamia, etc.

Otra adaptación es tirar las hojas en "stress" hídrico para reducir al máximo la pérdida de vapor de agua por la respiración, entre estas plantas caducifolias encontramos a los géneros Cordia, Fouquieria, Ceiba, etc., e inclusive algunas plantas realizan la fotosíntesis en el tronco, por

que en su época caduca no tienen órganos para realizarla, de esta manera, no detienen la fotosíntesis como el caso de Cercidium praecox.

3.- Reducción extrema de transpiración: Las familias Cactaceas, Agavaceas y Orquidiacías, presentan la estrategia de fotosíntesis CAM (Metabolismo ácido de las Crasulaceas), que consiste principalmente en un desplazamiento del proceso bioquímico de la fotosíntesis. La estrategia de estas plantas es bajar al máximo la eliminación de agua por transpiración, ya que existe un déficit hídrico en el medio, por lo que dichas plantas cierran sus estomas durante la noche para realizar su intercambio gaseoso, almacenando el CO<sub>2</sub> en este momento, ya que durante estas horas los valores de evaporación son bajos. En el día cierran los estomas, no existiendo intercambio de gases, ni pérdida de agua; con la luz realizan la fotosíntesis con el CO<sub>2</sub> almacenado durante la noche (Somerville y Somerville, 1984).

4.- Sistemas radicales profundos, como los del género Acacia en busca de la poca agua en el subsuelo.

5.- Plantas Entomógamas (polinizadas por insectos), presentan en la mayoría de las especies procesos erráticos de floración para reducir la competencia por polinizadores y asegurar que el costo de la floración no es en vano.

Estos tipos de adaptaciones son compartidas por varias espe

cies, manifestándose en su aspecto o forma de vida, que son consecuencia de los mecanismos de adaptación que han desarrollado.

La clasificación de Raunkiaer de acuerdo a su forma de vida, basado en la posición de las yemas vegetativas, que es un carácter adaptativo porque de ello depende el crecimiento una vez pasada la estación adversa. Dentro del valle según Cervantes (Cervantes, 1985) encontramos las siguientes formas de vida de las plantas leñosas (ver cuadro 1.- Formas de Vida):

1.- Microfanerofitos: son aquellas plantas cuyas yemas vegetativas se encuentran en las partes aéreas entre los dos y ocho metros, con una forma de crecimiento es subarborescente. Presenta dos tipos principales: los Multidendricales que son subarborescentes que presentan muchas ramificaciones; entre los tipos de adaptaciones que presentan es contener hojas transformadas (con espinas) o no contenerlas (plantas inermes), el mantener las hojas a lo largo de todo el año (perennifolios) o solo mantenerlos en los meses húmedos (caducifolios); los géneros más representativos de este tipo son Cordia, Bursera, Acacia, Prosopis, Ceiba y Cercidium. El segundo tipo es el de los Simplicí y Oligodendricales, que son plantas que no presentan ramificaciones o que las tienen sumamente cortas y abundantes; entre las adaptaciones más importantes son el tener órganos almacenadores de agua (crasicaules), transformación de hojas en espinas (afii-

(los), hoja...

				Género(s)	
Microfanerofitos	Multidendricales	Inermes	Caducifolio	Simplicifolios ..... <u>Cordia</u>	
			Compositifolios	Pinnatifolios	Corteza no decidua ..... <u>Bursera</u>
				Ripinatifolios ..... <u>Acacia</u>	
		Espinosos	Perennifolio	Simplicifolios ..... <u>Zizyphus</u>	
			Compositifolios	Mediocrifoliolados ..... <u>Prosopis</u>	
				Parvifoliolados ..... <u>Fouquieria</u>	
	Simplici y Oligodendricales	Caducifolio	Compositifolios ..... <u>Cela</u>		
			Compositifolios ..... <u>Cercidium</u>		
		Lernicaules	Palmatifolios ..... <u>Brahea</u>		
			Simplicifolios ..... <u>Beaucarna, Yucca</u>		
Cracicaule	Simplicicaules ..... <u>Cephalocenus</u>				
Nanofanerofitos	Multidendricales	Inermes	Con hojas	Filifolios ..... <u>Hegastigma</u>	
		Espinoso	Afilios	Compositifolios ..... <u>Acacia, mimosa</u>	
	Fouquieria				
	Cracifolios	..... <u>Fouquieria</u>			
		..... <u>Sechua</u>			
.....					
Simplici y Oligodendricales	Afilios	Oligodendricales	Platicales ..... <u>Opuntia</u>		
			Cilindricales ..... <u>Cylindropuntia</u>		
	Con hojas	Simplicicaules ..... <u>Echinocactus</u>			
		Cracifolios	No cracifolios ..... <u>Dasylirion</u>		
Cracifolios ..... <u>Agave, hechtia</u>					

CUADRO Nº 1 FORMAS DE VIDA DE PLANTAS LEÑOSAS

(CERVANTES , 1985)

lios), hojas compuestas en forma de palma (palmatifolios) o presentar hojas simples con una cutanea muy gruesa para evitar la pérdida de agua; los géneros más representativos son a Brahea, Yucca, Beaucarnea, Cephalocereus y Neobuxbamia.

Esta forma de vida contiene aquellos géneros que caracterizan a los tipos de comunidades desde el punto de vista fitosómico, como son el Cephalocereus para el Cardonal, Neobuxbamia para la Tetechera, Yucca y Beaucarnea para el Izotal y Acacia, Prosopis y Cercidium para el matorral Nanófito. Se debe a que la forma de vida tiene implicaciones ecológicas por ser respuesta adaptativa a su medio natural. Dichas implicaciones ecológicas están relacionadas a la etapa sucesional de las comunidades, que dependen de la dinámica del Ecosistema y más que nada al grado de equilibrio-perturbación de él. Si concebimos al Nicho ecológico de las especies como un Hipervolumen (Hutchinson, 1958) que que está determinado por todos los rangos de tolerancia de la especie con respecto a todos sus factores ecogeográficos (humedad, radiación solar, temperatura, relieve, etc.), tenemos pues, que la amplitud de dicho Hipervolumen determina su grado de competencia dando como consecuencia su capacidad de distribución. Este Hipervolumen es resultado de un proceso de Selección Natural que ha sufrido la especie,

y por lo tanto representa su grado de especialización a dichos factores ecogeográficos. Por lo que si las comunidades vegetales están caracterizadas por aquellas especies cuyo Hipervolumen es especializado, entonces implica que dichas especies han sufrido un proceso de Selección, de aquí que se pueda hablar de que el Ecosistema está alcanzando etapas avanzadas de sucesión.

Ahora bien, los microfanerofitos representan la forma de vida más especializada dentro del valle, debido a que las especies que la adquieren tienen una distribución restringida de acuerdo a los factores Ecogeográficos, lo que implica que tienen nichos ecológicos restringidos. Además como ya se dijo, las comunidades están caracterizadas por especies que representan esta forma de vida, por lo que se puede inferir que el Ecosistema se encontraba en una etapa avanzada de sucesión.

Debido a que su capacidad de distribución depende de su grado de competencia, y ésta a su vez de su nicho ecológico; las especies que caracterizan a las comunidades serán exitosas en las condiciones ecogeográficas que la favorecen, pero en cambio no podrán competir contra clases especializadas dentro de sus condiciones ecogeográficas, por lo que son desplazadas por competencia, como ejemplo los Tetechos (Neobuxbamia tetetzo) que son exclusivas dentro



del área de distribución del Matorral Nanófito por competencia, lo que no implica que los Tetechos no puedan establecerse bajo esas condiciones ecogeográficas; inclusive algunas especies cambian su forma de vida para poderle hacer frente a la competencia de otras clases especializadas, fuera de sus condiciones ecogeográficas, como el caso de la Acacia y Fouquieria que para poder competir con los Tetechos en su área de distribución de estos últimos, adquieren la forma de vida de Nanofanerofitos.

2.- Nanofanerofitos: son aquellas plantas cuyas yemas vegetativas se encuentran en las partes aéreas menor a dos metros, con una forma de crecimiento arbustiva. Esta forma de vida presenta los dos subtipos que la anterior, con los mismos tipos de adaptaciones, pero cambian los géneros representativos. Para el subtipo de los Multidedricales destacan los géneros Megastigma, Acacia, Mimosa, Fouquieria y Sedum, y para los Simplici y Oligodendricales los géneros Opuntia, Cylindropuntia, Echinocactus, Dasyliirion, Agave, Hechtia y Ferocactus.

Bajo esta forma de vida, las especies tienen un nicho ecológico más amplio, por lo que se pueden considerar como plantas generalistas, de aquí que las especies con valores de importancia más alto corresponden a esta forma de vida. Esto nos hace pensar que el Ecosistema está bajo un proceso

de impacto, desequilibrando su dinámica, por lo que las plantas generalistas pueden hacerle frente a aquellas plantas especialistas, porque las condiciones ecogeográficas están cambiando por perturbación. Esto puede ser muy cierto, porque el grado de perturbación antrópica empieza a ser muy avanzado, favoreciendo a dichas plantas.

Desgraciadamente todo ésto es a nivel hipotético porque no se tienen los datos disponibles para comprobar.

Dentro del valle encontramos a cuatro comunidades desde el punto de vista fisonómico (Zavala, 1980):

a). Cardonal: fisonómicamente está caracterizado por cactus columnares del género Cephalocereus (Viejitos) acompañados por especies de arbustos parvifolios como Mimosa luisiana, Lippia graveolens, Echiflopterys glandulosa, arbustos crasicuales de la familia Cactacea como Mammillaria collina y Rosetófilos de los géneros Agave y Hechtia. Tiene una distribución vertical con los siguientes estratos: un estrato subarbuscivo representado principalmente por el Cardonal, otro estrato arbustivo caracterizado por los arbustos parvifolios, crasicuales y rosetófilos, y estrato herbáceo muy raquíptico y sólo presente en los meses húmedos, presencia de epífitas principalmente del género Tillandsia. La cobertura es menor al 100% y varía de acuerdo a la estación húmeda o seca. Representa el 8% de la su

perficie dentro del valle.

b). Tetecheras: con el predominio del cactus columnar Neobuxbania tetetzo (Tetecho) de origen endémico que le da al paisaje un aspecto único en el mundo. Además de estos cactus columnares existe un substrato arbustivo compuesto principalmente por Mimosa luisiana, Cordia cylindrostachya, cactáceas como Mammillaria collina, Echinocactus spp, Opuntia sp y Cilindropuntia spp y los resesófilos de los géneros Agave y Hechtia. Presenta una distribución vertical semejante al Cardonal, a excepción que existe el Tetecho substituyendo al Cardonal. Dentro del valle tiene una cobertura del 15% del área total.

c). Matorral Nanófito: su aspecto principal es dado por leguminosas arbustivas espinosas donde destacan Cercidium praecox, Castela tortuosa, Echinopterys eglandulosa, Eysenhardtia polystachy, Acacia constricta, Prosopis laevigata, entre otras, estando asociadas a plantas de la familia Cactaceas, Agavaceas y Bromeliaceas. Tiene los siguientes estratos en su distribución vertical: uno subarbustivo representado principalmente por leguminosas, otro arbustivo con especies de la familia Cactacea, Agavacia y Bromilacea, y anual de herbaceas principalmente de gramíneas. Presenta también epífitas sobre las leguminosas. Ocupa el 60% del área del valle.

d). Izotal: está determinado por dos especies principales: Beaucarnea gracilis y Yucca periculosa acompañada por algunas leguminosas y especies de la familia Cactacea. Tiene casi la misma distribución vertical que los Tetechos y Cardonal, sólo que el estrato subarbustivo está representado por las especies características de la comunidad. Esta, está sumamente perturbada por acción antrópica, de ahí su dificultad para poderla ubicar claramente. Sólo ocupa el 2% de la superficie.

Este criterio fisonómico está basado en una o dos especies que son las dominantes, dándole el aspecto que adquieren, aunque existen algunas especies asociadas a las principales como el caso del género Bursera con el Cardonal, pero hay los que tienen una distribución más general, por su mayor capacidad competitiva, por ser generalistas porque adquieren la forma de vida de Nanofanerofitos, entre las que sobresalen: Mammillaria collina, Rullia sp., Ferocactus recurvus, Cordia cylindrostachya, Eyehardtia polystachya, Acacia constricta y Echinopterya eglandulosa.

La comunidad que presenta menor semejanzas con las otras, es el Matorral Nanofito, ya que de acuerdo a análisis de Zavala tienen un valor de importancia según el método de Ward de 1.60 (Zavala, 1980), mientras que las otras muestras se encuentran entre los valores de importancia de 2.0 y 2.50. Esto se debe porque existen las especies Lippia graveolens, Mimosa luisiana y Mascagnia seleriana, ar

bustos parvifolios con alto valor de importancia en las otras comunidades y ausente en el Matorral Nanófilo, es probable que sea por el alto grado de competencia inter-específica, ya que las condiciones ecogeográficas no son tan extremas donde se distribuye dicha comunidad.

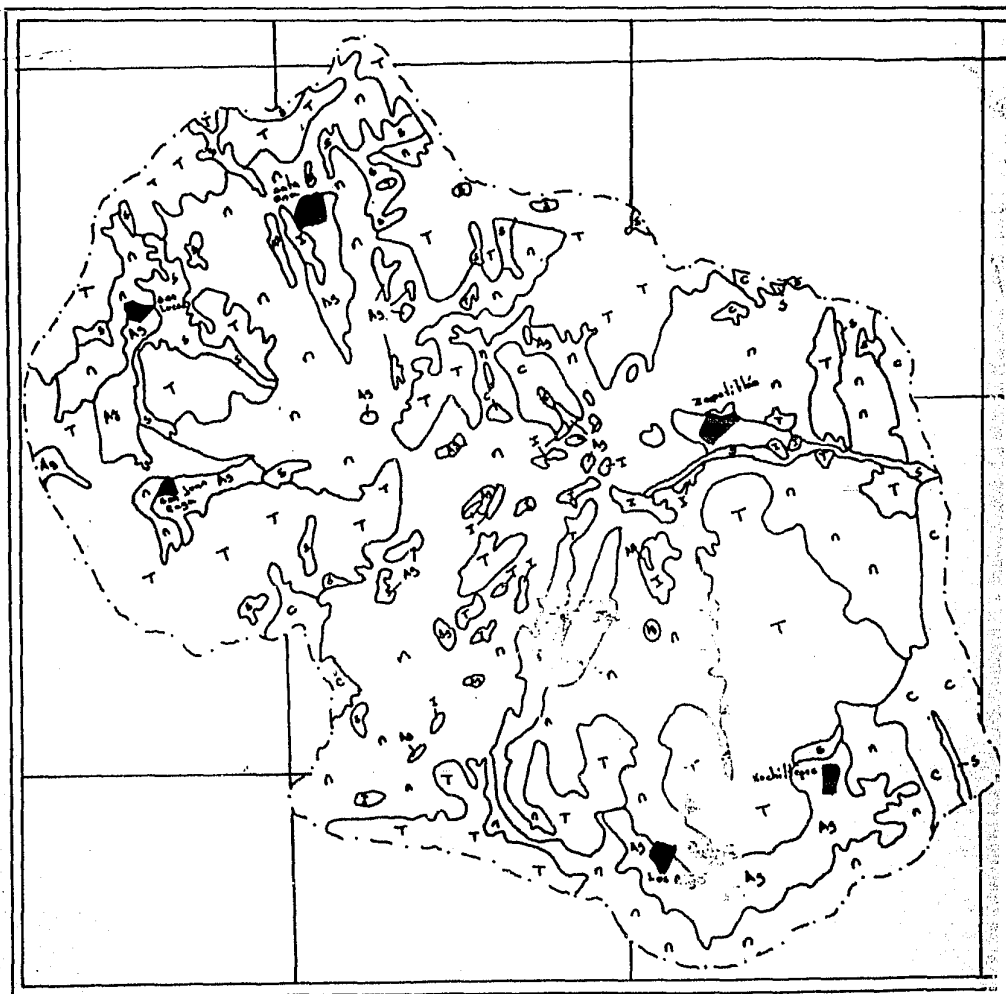
### C) FACTORES DE DISTRIBUCION DE LAS COMUNIDADES

La distribución de los organismos, y en extensión las comunidades, están determinadas por dos tipos de factores: los densoindependientes que corresponde a las condiciones físicas del medio ambiente (Factores Ecogeográficos), y los factores Densodependientes que considera los aspectos de interacciones biológicas (Factores Ecobiológicos). Estos dos tipos de factores están correlacionados y en general no podemos hablar de jerarquías, pero debido al objetivo del presente trabajo sólo nos referimos a los Factores Ecogeográficos.

Estos factores ecogeográficos son interactuantes, estableciéndose una relación de causa-efecto entre ellos, dando como resultado una unidad Ecológica. Pero por motivos de presentación vamos a considerar a continuación a cada factor con su influencia directa sobre la distribución de las comunidades lo que no implica que sólo exista ella, por su naturaleza ineteractuante de ellos.

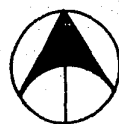
Los principales factores Ecogeográficos son los siguientes (ver Mapa 7.- Comunidades Vegetales):

- 1.- Condiciones climáticas: su importancia no se dá a nivel comunidad, ya que el gradiente que existe dentro del valle



**SIMBOLOGIA:**

- Cardonal.....(C)
- Telechera.....(T)
- Izola.....(I)
- Matorral Nanófilo.....(n)
- Agricultura.....(Ag)
- Sin Vegetación.....(S)



**MAPA 7.- COMUNIDADES VEGETALES**

es muy bajo, a pesar de que el desnivel altitudinal es considerable (1,280 m), por que las condiciones climáticas son muy uniformes. Su importancia es a escala Tipo de Vegetación, ya explicada en el inciso anterior. Hay un sólo caso de distribución de comunidad por microclima, al fondo de Barranca Nacional, donde existió una Selva Baja Caducifolia debido a mejores condiciones de humedad, quedando sólo relictos porque sobre ella se estableció la población de Xochiltepec.

2.- Relieve: es el factor principal que determina la distribución de las comunidades dentro del valle. Además que ha sido muy importante para los procesos de aislamiento para favorecer la especiación endémica. Dentro de los procesos del relieve hay dos principales que influyen de una manera directa:

a). Estructura Geomorfológica, ligada al substrato geológico, grado de intemperismo y erosión. Las comunidades de Tetechera y Cardonal se desarrollan en terrenos de pendiente marcada, bajo un proceso de continua erosión, pero el tipo de material geológico determina la distribución de cada una de éstas.

La Tetechera se desarrolla sobre Ladera de Montaña Plegada que no contienen "calizas vivas" (calizas del Cretácico sin proceso de intemperismo, por lo que la

concentración de carbonatos es alta), distribuyéndose en la Sierra Xochiltepec, sierra Los Reyes Metzón la (otla (a pesar de que ambas son de calizas, pero por ser del Paleozoico con un alto grado de metamorfismo e intemperismo presentan alteración en la naturaleza de sus minerales), sierra de Zapotitlán, sierra de Santa Ana y sus estribaciones; mientras que el Cardonal se distribuye sobre rocas calizas del Cretácico (la sierra de Miahuatepec, y sierra de Atzingo). En cambio las comunidades de Matorral Naúfilo e Izotal, se desarrollan en pendientes menores donde las concentraciones de carbonatos no es tan alta, y tienen suelos más desarrollados.

b). La Dinámica Geomorfológica. Ligada a los procesos de remoción de materiales y su tasa de velocidad, ya que en aquellos lugares que tienen altas tasas de remoción existe ausencia de vegetación como son sobre los Coluviones, Aluviones y zona donde la erosión intensiva, remontante está actuando con más fuerza (Sierra de Santa Ana).

3.- Suelos: su influencia sobre la distribución de las comunidades es más directa que los anteriores. Los Litosoles favorecen a la distribución de Tetechera y Cardonales cuya diferencia espacial ya fue explicada; las Rendzinas permi-



ten el establecimiento de Tetecheras, zona que a pesar de su baja pendiente (oeste del valle) y debido a las concentraciones de carbonatos no permiten el establecimiento del Matorral Nanófilo. En cambio en los Xerosoles que son su los más desarrollados, sin problemas de alta pedregosidad y erosión intensiva remontante se desarrollan el Matorral Nanófilo e Izotales. Los Fluvisoles y Coluviones limitan el establecimiento de comunidades en general por su alta tasa de remoción.

Existe un cuarto factor, el antrópico, que está desplazando principalmente a las comunidades de Matorral Nanófilo e Izotal por desarrollarse en terrenos con condiciones no tan extremas, permitiendo el desarrollo incipiente de actividades económicas.

En una presentación más clara, los factores ecogeográficos por comunidad que determina su distribución son:

1.- Cardonal: se desarrolla sobre Laderas de Montaña Plegada sobre rocas Cretácica, con un substrato geológico de "rocas calizas vivas", con una marcada pendiente y un proceso continuo de erosión. Sus suelos son Litosoles con un proceso de calcificación marcada.

2.- Tetecheras: se desarrolla sobre laderas de Montaña plegada del Cretácico y Paleozoico, con un substrato geológico de lutitas-areniscas del Cretácico y calizas del Paleozoico alteradas, con una pendiente marcada y sujetos a ero---

sión continua. Son suelos Litosoles con un proceso marcado de desacalcificación, y Rendzinas.

3.- Matorral Nanófilo: se desarrolla sobre Valles denudatorios del Cretácico o Paleozoico, con un substrato geológico de Lutitas-Areniscas, una pendiente moderada a nula, y un proceso de erosión no tan marcado. Los suelos son más desarrollados principalmente Xerosoles, favoreciéndoles más los háplicos que los calcáreos.

4.- Izotal: se desarrolla en Valles Denudatorios sobre rocas del Cretácico, con un substrato geológico de lutitas areniscas, pendiente moderada a nula. Los procesos de erosión son moderados. Los suelos son principalmente Xerosoles. Debido a su alto grado de perturbación su diferenciación no es muy clara.

5.- Ausencia de vegetación: en los Coluviones y Aluviones del Cuaternarios, ligados a un proceso de alta movilidad continua del material. Los suelos son Coluviones y Fluvisoles.

## DISCUSION

Como se puede ver a lo largo de todo el trabajo, el análisis de las condiciones ecogeográficas requirió de etapas bien marcadas, lo que se expresó en la presentación de la estructura de la tesis. De una forma paralela se llevó a cabo el análisis geomorfológico y el climático, porque ambos representan la base de las condiciones ecogeográficas. La Geomorfoloía, por su parte, fue una base fundamental para poder entender la distribución de las comunidades, ya que estas están determinadas en gran parte por el relieve. Debido a esto, el aspecto que adquieren la distribución de las comunidades es en forma de manchones que forman "islas" de cada una de ellas, que a primera vista no tiene una ordenación, ya que no sigue ningún gradiente lógico. Principalmente el relieve influye sobre la distribución en dos aspectos: estructuras geomorfológicas y dinámica geomorfológica, ya explicadas con anterioridad.

En cambio el clima no afecta de una manera directa a la distribución de las comunidades dentro del valle, pero es fundamental para poder entender aspectos ecogeográficos y bióticos. Con respecto a los factores ecogeográficos, las condiciones del clima, influye sobre los procesos erosivos y procesos edafogénicos; sobre los factores bióticos determinan el tipo de adaptación de cada planta por las li-

mitantes a que tienen que hacerle frente.

Más tarde se llega al análisis de suelos, que basados en clima y relieve fue más fácil su explicación. Se puede decir que el suelo es el resumen de estos dos aspectos, que representa la interfase entre los factores ecogeográficos y los factores bióticos, de ahí que éstos presenten una influencia más directa sobre la distribución de la vegetación.

Ahora bien, el alcance del trabajo es limitado, ya que solamente puede esbozar, cómo es que los factores ecogeográficos afectan la distribución de las comunidades. Esto se debe al detalle en que se trabajó, ligado a la escala (1:50,000). Para poder llegar a un mayor detalle era necesario tener más información, sobre todo a lo que se refiere a la cuantificación de los procesos geomorfológicos, análisis de suelos y datos biológicos (a nivel comunidad y nivel de poblaciones vegetales). Esta falta de información está ligada al factor económico, ya que se requiere un apoyo más grande de trabajo de campo y laboratorio. A partir de esta falta de información surgen las siguientes propuestas para trabajos posteriores:

- 1.- Dinámica Geomorfológica: donde se alcance un detalle más fino de todos los procesos dentro del valle, como la cuantificación de ellos.
- 2.- Una caracterización más detallada de los procesos edafogénicos y tipos de suelos, para ello es necesario un muestreo intensivo por la gran diversidad de suelos dentro

del valle, por ejemplo en Barranca Nacional se contaron hasta diez subtipos de suelos a simple vista en las laderas de La Mesa Buenavista y sus alrededores; con el objetivo de poder determinar los distintos grados de desarrollo de los procesos edafogénicos presentes en el valle.

3.- Un estudio de las comunidades vegetales desde su aspecto fitosociológico donde se pueda determinar el papel ecológico de cada especie, grado de competencia, estrategias de adaptación de las especies más representativas de cada comunidad, para poder determinar la etapa de sucesión en que se encuentran.

4.- Un estudio a nivel de Ecosistema determinado todos los flujos de energía y nutrientes, para poder establecer sus costos y capacidad de carga.

5.- Un estudio de carácter ecológico considerando al ser humano como parte integral del Ecosistema, el tipo de utilización de recursos, las consecuencias y el grado de perturbación sobre el medio natural para proponer alternativas de uso.

A pesar de que el alcance de la tesis sea limitado sobre resultados concretos, lo propuesto en ella adquiere importancia puesto que representa una alternativa para acercar de nuevo a la Geografía con la Ecología.

Los conceptos revisados a lo largo del trabajo son relevan-

tes para la Geografía como ciencia, ya que considero que un camino para poderle hacer frente a sus problemas epistemológicos, es buscar un acercamiento a otras ciencias, de esta manera es más palpable sus capacidades y su campo de estudio, permitiendo así un acercamiento entre sus propias ramas. Aunque la presente tesis sólo considera a una parte muy concreta de la Geografía: la Ecogeografía, representa una primer alternativa al acercamiento entre la Ecología y la Geografía.

Creo que el objetivo principal de la tesis se logró, ya que sirve como una llamada de atención para considerar los problemas planteados dentro de ella. Una vez que se inicien trabajos más formales donde se consideren a la Geografía y la Ecología interrelacionadas será posible hacerle frente a los problemas ambientales que aquejan a la humanidad, teniendo dos resultados concretos: la ordenación del territorio y un manejo adecuado del medio natural, acercando e integrando al ser humano como parte de la biósfera y no como dueño de ella.

B I B L I O G R A F I A

- Aguilera, H.N. (1970) "Suelos de las zonas áridas de Tehuacán, Puebla y sus relaciones con las cactáceas" Cact. Suc. México, No. XV (3) pp 51-63
- Bocco V., Gerardo (1983) "La cartografía Geomorfológica a escala 1:250,000. La Hoja Querétaro" Primer congreso Interno del Instituto de Geografía, UNAM. UNAM, MEXICO, D.F. pp. 187-202.
- Brunet, Jean (1967) "Geologic Studies" The Prehistoric of the Tehuacan Valley Volumen One. Environmental and subsistence, Peabody foundation University of Texas Press, Austin, E.U. pp 66-87.
- Buol, S.W. et als. (1973) Génesis y Clasificación de Suelos. Trillas. México, D.F. 414 págs
- Byers, (1967) "Climate and Hidrology" The Prehistoric of the Tehuacan Valley. Volumen One. Enviromental and subsistence, Peabody foundation University of Texas Press, Austin, E.U. pp 48-65.
- Calderón García, A. (1956) "Bosquejo Geológico de la región de San Juan Raya, Puebla" Congreso Geológico Internacional XX Libro gria de la excursión A-11, México, D.F. pp 9-33.
- Castri, Francesco Di (1982) "L'ecologie: naissance d'une science de L'homme et de la nature" Herodoto No. 26/40F 3er trimestre, Paris, Francia, pp 67-77.

- Cervantes, J. F. (1979) "Reseña General sobre la investigación sistemática del medio natural" Boletín No. 9, UNAM, Instituto de Geografía, México, D.F., pp 7-25.
- Cervantes, J.F. (1983) "Los estudios geoeosistémicos y su base metodológica" Primer Congreso Interno del Instituto de Geografía UNAM. UNAM, México, D.F. pp 90-105
- Cervantes R., Martha (1985) "Aspectos fitogeográficos de la provincia florística Tehuacán-Cuicatlán" Memoria del X Congreso Nacional de Geografía Tomo I, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, México, D.F. pp 215-223.
- Demek, J. (1978) "The landscape as a Geosystem" Geoforum Vol. 9 No. 1; Pergamon Press, London, UK, pp 29-34
- Derrau, Max. (1965) Geomorfología. Ariel, Barcelona, España, 434 págs.
- Duchaufour, Philippe (1977) Atlas Ecológico de los suelos del mundo. Toray-Masson, Barcelona, España, 178 págs.
- Fuentes Aguilar, Luis (1971) "Metodología para el análisis geográfico de la zona de San Juan Raya" Boletín No. 4 UNAM, Instituto de Geografía, México, D.F. pp 324-368.
- Fuentes Aguilar, L. (1972) Regiones Naturales del Estado de Puebla. UNAM, Instituto de Geografía, México, D.F., 141 págs.
- García, Enriqueta (1964) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM, Instituto de Geografía, México, D.F. 246 págs.
- Grime, John (1979) Estrategias de adaptación de las Plantas. Limusa, México, D.F. 1983, 284 págs.



- Gómez Mendoza et als. (1982) El Pensamiento Geográfico. Alianza Editorial, Madrid, España, pp 111-126
- Jauregui, Ernesto (1967) "Las ondas del Este y los ciclones Tropicales de México" Boletín Hidrológico Vol. XXI, No. 3, México, D.F. pp 197-208.
- Jauregui, Ernesto (1971) "Los sistemas de tiempo en el Golfo de México y su vecindad" Boletín Hidrológico. México, D.F. pp 7-34
- Krebs, Charles (1978) Ecology: experimental analysis of the distribution and abundance. Second edition, Harper, New York, E. U. 678 págs.
- Lauer, Wilhelm (1973) "Problemas climato-ecológicos de la vegetación montañosa oriental Mexicana" Comunicaciones No. 7 Plan Puebla-Tlaxcala. pp37-45
- Lauer, Wilhelm (1978) "Tipos Ecológicos del Clima en la Vertiente oriental de la meseta Mexicana" Comunicaciones No. 15. Plan Puebla/Tlaxcala, pp 235-248.
- Leff, Enrique (1981) Biosociología y articulación de las ciencias. UNAM, México, D.F., 238 págs.
- Maderey, L. E. (1982) Geografía de la Atmósfera UNAM, México, D.F., 82 págs.
- Martínez Luja, V. M. (1983) "Aspectos de la morfometría fluvial" Primer Congreso Interno del Instituto de Geografía,--- UNAM. UNAM, México, D.F., pp 27-42.
- Matteucci, Silvia y Colma Aída (1982) Metodología para el estudio de la vegetación No. 22 OEA, Washington, E. U., 168 págs.

- Megrán, G.J. (1973) "Guía botánica de cactáceas y otras suculentas del valle de Tehuacán" Sociedad Mexicana de Cactología, México, D.F., 50 págs.
- Palacio, J. L. (1983) "Metodología para el desarrollo de trabajos geomorfológicos escala 1:50,000" Primer Congreso Interno del Instituto de Geografía UNAM. UNAM, México, D.F., pp 52-74
- Palacio, J. L. (1985) Geomorfología Regional del oriente de Michoacán y occidente del Estado de México. Tesis: doctorado en Geografía, UNAM, México, D.F., 120 págs.
- Pitty, A.F. (1978) Geography and soils properties. Methuen and coltd., London, U. K., pp 1-42.
- Plakhotnik, A.F. (1973) "The subject and structure of the geosystems theory" Soviet Geography: Review and Translation Vol. 15, No. 7
- Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. Limusa, México, D.F., pp 97-118 y 237-261.
- Somerville, C. y Somerville, S. (1984) "La fotosíntesis de las plantas" Mundo Científico Vol 4 No. 37, Barcelona, España, pp 612-623.
- Stoddart, D. R. (1965) "Geography and the Ecological approach: the ecosystem as a Geographic principle and method" Geography No. 50, pp 242-251.
- Strahler, A. (1964) "Quantitative Geomorfology of drainage basins and channel net work" Handbook of Applied Hidrology Mac Graw Hill, New York, E. U. pp 4-39 y 4-76.
- Strahler, A. (1969) Physycal Geography 3th edition, John Wiley and sons, inc., New York, E.U. 733 págs.

- Tricart, Jean (1973) "El análisis de sistemas y el estudio integrado del medio natural" El Pensamiento Geográfico. Alianza Editorial, Madrid, España, 1982. pp 470-476.
- Tricart, Jean (1982-a) "Geographie/Ecologie" Herodoto No. 26/40F (#3), Paris, Francia, pp 47-66
- Tricart, Jean (1982-b) La Eco-Geografía y la ordenación del medio natural. Anagrama, Barcelona, España.
- Werner, G. (1978) "asociación de suelos de Puebla-Tlaxcala" Comunicaciones No. VI, Plan Puebla-Tlaxcala pp 15-44.
- Zavala Hurtado (1980) Estudios ecológicos en el valle semiárido de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Clasificación de la vegetación. Tesis: licenciatura en biología. UNAM, 159 págs.
- INEGI (1984) Cartas Topográficas: Tehuacán (E14B75) y Atzumba (E14B85), SPP, escala 1:50,000. México, D.F.
- INEGI (1983) Carta Geológica: Orizaba (E14-6) SPP, escala 1:250,000, México, D.F.
- INEGI (1980) Fotos Aéreas: Línea 39 de 5 a 10 y línea 40 a 9 a 14 Zona 18A, rollo 493, escala 1:70,000 México, D.F.

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA